ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 NOVEMBRE 1958.

PRÉSIDENCE DE M. Paul MONTEL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ALGOLOGIE. — *Sur la sexualité de quelques* Codium *dichotomes dans la région atlantique*. Note (*) de M. **Pierre Dangeard**.

Deux espèces de *Codium* dichotomes sont parthénogénétiques en France sur les côtes atlantiques et de la Manche : le *Codium fragile* (Sur.) Hariot et le *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje. L'étude d'autres stations où la sexualité est normale montre qu'il s'agit d'une parthénogénèse géographique.

Il a été prouvé récemment que deux espèces de *Codium* (*Codium fragile* (Sur.) Hariot et *C. vermilara* (Olivi) Delle Chiaje), de nos côtes atlantiques produisaient des gamètes femelles qui, en l'absence de pieds mâles, se développaient sans fécondation ([1]). Il y avait lieu de rechercher si cette parthénogénèse était un phénomène localisé dans une certaine région (Guéthary, Arcachon) et si elle avait un caractère constant ou saisonnier. En outre, nous nous sommes proposé d'étudier par la même occasion, les deux autres espèces de *Codium* dichotomes de nos côtes, c'est-à-dire *C. elongatum* Agardh et *C. tomentosum* Stackhouse. Nous avons étendu nos recherches au Maroc où nous avons séjourné à plusieurs reprises et en Irlande où nous avons passé quelques jours à l'occasion du troisième *Seaweeds Symposium* en août 1958.

Pour chaque espèce nous serons amené à préciser les stations, l'époque de la fertilité et le comportement sexuel.

Le *Codium fragile* (Sur.) Hariot, assez nouvellement connu en France ([2]), a été récolté par nous à Guéthary, Arcachon, Soulac, Mousterlin (région de Concarneau), Chauseys, Bréhat, Roscoff, Galway (Irlande). Il n'a pas été trouvé au Maroc jusqu'à présent. Dans toutes les stations françaises énumérées, le *C. fragile* se rencontre sous forme exclusivement de pieds femelles produisant des gamètes à développement parthénogénétique. Cela résulte de nos observations personnelles sauf en ce qui concerne

Roscoff, où nous n'avons trouvé, au cours d'un récent séjour que des exemplaires stériles, de sorte que nous nous en référons, pour cette station, à une communication verbale de M. Delépine qui a découvert cette espèce à Roscoff en 1957.

A Galway, par contre, où ce *Codium* nous a paru plutôt rare au cours des excursions organisées, les deux exemplaires que nous avons pu examiner étaient bisexués avec prédominance marquée des gamètes mâles.

Le *Codium tomentosum* Stackhouse a été récolté dans toutes les stations françaises énumérées plus haut, sauf Arcachon et Soulac, et aussi au Maroc. Il est presque toujours dioïque, mais nous connaissons au moins un cas de bisexualité (Saint-Énogat). Il est fertile au cours de l'été en Bretagne. Cette fertilité se prolonge sans doute jusqu'en hiver (échantillons de Roscoff fertiles en décembre, de Guéthary fertiles en février).

Au Maroc, le *Codium tomentosum* s'est montré dioïque, stérile en juin, fertile en octobre.

Cette espèce n'a montré aucune tendance à la parthénogénèse et les gamètes femelles isolés se détruisent rapidement sans germer.

Le *C. vermilara* (Olivi) Delle Chiaje reconnu récemment comme espèce distincte par Silva ([3]), a été récolté à Guéthary, Mousterlin, Dinard, Bréhat, Erquy, Roscoff et aussi au Maroc. Fertile assez souvent au cours de l'été en Bretagne, il est fertile de mai à novembre à Guéthary. Dans toutes les stations françaises cette espèce a été observée sous forme exclusivement de pieds femelles. En l'absence de pieds mâles les gamètes femelles germent directement.

Au Maroc, par contre, le *C. vermilara*, qui s'est montré fertile en juin et en octobre, présente des pieds mâles et des pieds femelles et les gamètes femelles isolés se montrent incapables de germer. Bien que dioïque le plus souvent, il existe aussi des pieds bisexués.

Le *C. elongatum* Agardh a été étudié au Maroc et à Guéthary. A Guéthary il s'est montré dioïque et fertile de novembre à mars. En l'absence de gamètes mâles les gamètes femelles se désorganisent promptement. Au Maroc où il est le plus souvent dioïque, il s'est montré stérile en juin-juillet 1958 et fertile en octobre 1957 et 1958. Nous avons observé le développement des gamètes femelles d'un exemplaire qui était exceptionnellement bisexué. Par contre, les gamètes femelles isolés se détruisent.

Chez ce *Codium*, il résulte donc de nos observations que les gamètes femelles ne peuvent pas se développer sans fécondation, néanmoins celle-ci semble difficile à mettre en évidence directement car, en réunissant, sous l'objectif du microscope, des gamètes des deux sexes, nous n'avons, en fait, observé aucune attraction entre les gamètes mâles et les gamètes femelles.

Chez les *Codium tomentosum* et les *Codium vermilara*, l'observation des

gamètes mâles a pu être réalisée dans de bonnes conditions, mais il n'a pas été possible jusqu'ici de les mettre en présence de gamètes femelles vivants et actifs en vue d'assister à la fécondation.

De ces observations il résulte que la parthénogénèse constatée en France pour deux espèces de *Codium* présente les particularités suivantes : pour l'une d'entre elles, le *Codium fragile* (Sur.) Hariot, c'est dans la partie méridionale de son aire qu'elle existe (côtes atlantiques et de la Manche en France et Méditerranée, à Banyuls, d'après J. Feldmann) (4), tandis que c'est l'inverse pour le *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje qui est normalement sexué au Maroc et sans doute aussi en Méditerranée, tandis qu'il est parthénogénétique sur les côtes atlantiques et de la Manche en France. Il s'agit donc d'une parthénogénèse géographique.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) P. Dangeard et H. Parriaud, *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 305.

(2) P. Dangeard, *Le Botaniste*, 39, 1955, p. I-XI et *Bull. Soc. Phyc. Fr.*, n° 3, 1957, p. 4-6.

(3) P. C. Silva, *Marine Biol. Assoc. of the U. K.*, 34, 1955, p. 565-577.

(4) J. Feldmann, *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 305.

M, **Henri Gaussen** fait hommage à l'Académie de la *Carte internationale du tapis végétal*. Coupure spéciale publiée par le Gouvernement tunisien : *Tunis-Sfax*, établie par lui-même et M. André Vernet avec la collaboration de MM. Long, Le Houerou, Gounot, Novikoff, Schoenenberger, Thiault et J. Serres.

L'Ouvrage suivant est présenté par M. **Gaston Delépine** :

Institut français du Pétrole. *Contribution à la connaissance des microfaunes du Paléozoïque. Études micropaléontologiques dans le Carbonifère marin des Asturies (Espagne)*, par M. Maurice Lys et Mme B. Serre.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Botanique en remplacement de M. *Louis Blaringhem*, décédé.

Le scrutin donne les résultats suivants :

	1er tour	2e tour.
Nombre de votants.......	62	61
	Nombre de suffrages	
M. Roger Gautheret....................	27	35
M. Pierre Chouard.....................	21	22
M. Georges Mangenot...................	14	4

M. **Roger Gautheret**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation du Gouvernement de la République.

DÉSIGNATIONS.

M. **Roger Heim** est désigné pour représenter l'Académie au **IXe Congrès international de Botanique**, qui se tiendra à Montréal, du 19 au 29 août 1959 sous les auspices de l'Union Internationale des Sciences biologiques.

PLIS CACHETÉS.

A la demande de l'auteur, le pli cacheté accepté en la séance du 3 février 1958 et enregistré sous le n° 13.779, est ouvert par M. le Président.

Le document qui en est retiré sera soumis à l'examen de la Section de Médecine et de Chirurgie.

CORRESPONDANCE.

Sir **Rudolph Peters**, Président du **Conseil international des Unions scientifiques**, adresse des condoléances au nom de cet Organisme, à l'occasion de la mort de M. *Pierre Lejay*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

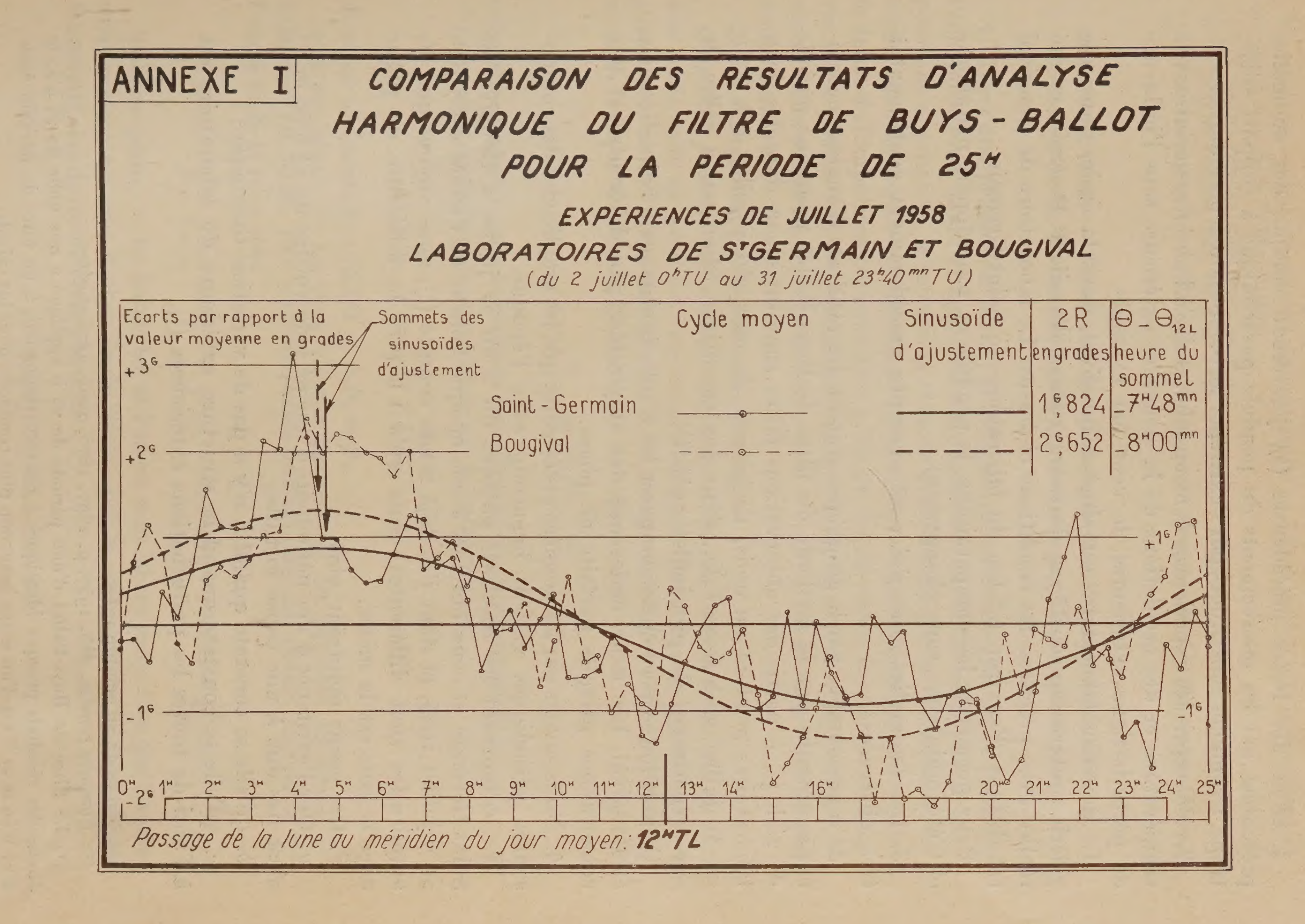
1° Chambre syndicale Tramagras. *Premier Congrès mondial de la détergence et des produits tensio-actifs* (*World Congress on surface active agents*). Tomes I, II, III;

2° XVIe Congrès international de chimie pure et appliquée. Paris, 1957. *Mémoires présentés à la Section de Chimie minérale;*

3° B. Menkes. *Cercetari de embriologie experimentala*. Vol. I.

MÉCANIQUE. — *Nouvelles expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope*. Note (*) de M. **Maurice Allais**, présentée par M. Albert Caquot.

Les expériences sur le pendule paraconique à support anisotrope ont été reprises en juillet 1958 simultanément à Saint-Germain et à Bougival avec plus de 50 m de recouvrement. Ces expériences ont montré que les anomalies précédemment signalées dans le mouvement du pendule subsistaient.


ANNEXE I
COMPARAISON DES RESULTATS D'ANALYSE
HARMONIQUE DU FILTRE DE BUYS-BALLOT
POUR LA PERIODE DE 25H
EXPERIENCES DE JUILLET 1958
LABORATOIRES DE St GERMAIN ET BOUGIVAL
(du 2 juillet 0h TU au 31 juillet 23h40mn TU)
Ecarts par rapport à la valeur moyenne en grades
Sommets des sinusoïdes d'ajustement
Cycle moyen
Sinusoïde d'ajustement
2R en grades
Θ − Θ12L heure du sommet
Saint-Germain
1G,824
−7H48mn
Bougival
2G,652
−8H00mn
+3G
+2G
+1G
−1G
−2G
0H
1H
2H
3H
4H
5H
6H
7H
8H
9H
10H
11H
12H
13H
14H
16H
20H
21H
22H
23H
24H
25H
Passage de la lune au méridien du jour moyen: 12HTL

1. Dans des Notes précédentes ([1]), j'ai rendu compte des anomalies présentées par les mouvements du pendule paraconique à support anisotrope, anomalies constituées par l'existence de composantes périodiques.

2. J'ai repris les expériences dans un laboratoire à l'abri des variations de température et des oscillations de la structure extérieure sous l'influence de perturbations extérieures, le vent par exemple.

Le nouveau laboratoire est situé à Bougival, dans la craie, dans une galerie souterraine sous 57 m de recouvrement d'argile et de craie, ce qui réalise avec précision les conditions ci-dessus. Le laboratoire de Bougival est distant d'environ 6,5 km du laboratoire de Saint-Germain.

Pour permettre les comparaisons, le pendule et son support métallique ont été maintenus sans changement.

3. Les anomalies dont j'ai rendu compte précédemment continuent à être observées.

Je rends compte par le graphique ci-joint des résultats d'analyse harmonique obtenus par la méthode du filtre de Buys-Ballot pour une période de 25 h ([2]) à partir des observations faites simultanément dans les deux laboratoires pendant un mois, de jour et de nuit, du 2 juillet 0 h T. U. au 31 juillet 23 h 40 m T. U., dans des conditions *identiques* à celles de mes expériences de juin-juillet 1955 ([3]).

Ce graphique permet de comparer les résultats obtenus à Saint-Germain et Bougival. Les deux ondes ont des amplitudes peu différentes et une concordance presque parfaite de phase.

4. Nous savons par les données antérieures que les amplitudes des composantes périodiques varient beaucoup avec l'époque.

En comparant les résultats obtenus du 2 au 31 juillet à Bougival et Saint-Germain et ceux obtenus à une époque voisine de l'année du 7 juin au 7 juillet 1955, et dont j'ai déjà rendu compte ([4]), nous voyons que les amplitudes sont différentes, mais qu'à 1 h près la différence de phase avec la lune est la même.

5. Ces essais montrent ainsi :

a. Que l'existence d'une périodicité d'une période voisine de 24 h 50 m ([5]) n'est pas due à une cause fortuite;

b. qu'elle se constate quand il n'y a pas de variation thermique;

c. qu'elle se constate quand la structure extérieure du laboratoire est à l'abri de toutes les perturbations extérieures ([5]).

(*) Séance du 20 octobre 1958.

([1]) *Comptes rendus*, 245, 1957, p. 1697, 1875, 2001, 2170 et 2467.

([2]) Le filtre de Buys-Ballot d'une période de 25 h appliqué à une onde de 24 h 50 m donne des résultats presque identiques à ceux correspondant à un filtre de période égale à 24 h 50 m et il est d'un usage beaucoup plus commode pour les calculs.

La raison en est que deux ondes de périodes de 24 h 50 m et 25 h sont inséparables sur une durée d'un mois d'observations.

(3) *Comptes rendus*, 245, 1957, p. 1697.

(4) *Comptes rendus*, 245, 1957, p. 1875.

(5) *Voir* les explications différentes de M. Goguel : *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 2340.

CHRONOMÉTRIE. — *Transmission de l'énergie dans l'échappement à ancre.* Note (*) de M. **Raymond Chaleat**, présentée par M. Joseph Pérès.

1. Dans une précédente Note j'ai indiqué une méthode générale d'étude de l'échappement à ancre et appliqué cette méthode aux différentes phases qui, pour une alternance, se succèdent avant le début théorique de l'impulsion. Si, comme dans la théorie classique, on s'en tient aux considérations géométriques, le début de l'impulsion coïncide avec la fin du dégagement. Il n'en est rien car voici les phases qui se présentent successivement depuis cet instant. Je conserve les notations de la précédente Note (1), (1) et (2) en sont les formules fondamentales.

2. *Du dégagement à l'impulsion* on distingue :

Cinquième phase. — A la fin du dégagement la roue recule avec une vitesse non nulle, elle ne peut tourner immédiatement dans le sens positif. Aussi abandonne-t-elle l'ancre tandis que le balancier entraîne ce dernier, c'est *le recul dynamique de la roue.* La durée de cette phase est

$$t_5 = 2\frac{E}{C}\omega\sqrt{\theta_0^2-\theta_4^2}\,\frac{\lambda_5+\lambda_{41}}{l_{41}}$$

(deuxième indice 1 pour les valeurs calculées en fin de dégagement).

Le couple perturbateur qui s'exerce sur le balancier est

$$\Gamma_5 = \frac{A\omega^2\theta}{l_{41}m_{41}},$$

d'où, en utilisant (2) : $(\Delta T/T)_5$, $\Delta_5\theta_0$ et $\mathcal{E}_5$.

Sixième phase. — La roue choque l'ancre qui est projetée en avant, le balancier est libre. Les accroissements instantanés de vitesse angulaire de l'ancre et de la roue sont

$$\Delta\alpha'_6 = -\frac{E(1+\eta')}{A+E\lambda_6\mu_6}\omega\sqrt{\theta_0^2-\theta_4^2}\,\frac{\mu_6}{l_{41}}(\lambda_6-2\lambda_5+\lambda_{41}),\qquad \Delta\rho'_6 = -\frac{A}{E\mu_6}\Delta\alpha'_6.$$

Septième phase. — Le balancier et l'ancre sont libres jusqu'à ce que l'ancre reprenne contact avec la cheville de plateau par la paroi gauche de l'entrée de fourchette. La durée de cette phase est

$$t_7 = 2\eta'\frac{E}{C}\omega\sqrt{\theta_0^2-\theta_4^2}\,\frac{2\lambda_5+\lambda_{41}-\lambda_6}{l_{41}},$$

d'où l'on déduit les vitesses angulaires et élongations des trois mobiles de l'échappement à la fin de la septième phase.

Huitième phase. — Le balancier est libre tandis que la roue entraîne l'ancre. La durée de cette phase est donnée par la racine positive d'une équation du second degré qu'on ne peut résoudre que sur des données numériques. On en déduit : α'_8, α_8, θ'_8, θ_8.

Neuvième phase. — L'ancre reprend le contact avec le balancier par un choc entre la paroi gauche de l'entrée de fourchette et la cheville de plateau. L'accroissement instantané de vitesse angulaire du balancier est

$$\Delta\theta'_9 = -\frac{\theta'_8(1+\eta)(A+E\lambda_9\mu_9)+l_9\alpha'_8[A(1+\eta)+E\mu_9(\lambda_6+\eta\lambda_9)]}{A+Bl_9m_9+E\lambda_9\mu_9},$$

qu'on porte dans les formules (1) de la précédente Note pour obtenir les accroissements de périodes, d'amplitude et l'énergie fournie au balancier.

Dixième phase. — Si le choc précédent n'est pas « mou » le balancier est libre pendant le temps

$$t_{10} = 2\frac{A+E\lambda_9\mu_9}{Cl_9\mu_9}\eta(\theta'_8+l_9\alpha'_8).$$

3. *Impulsion.* — Elle constitue la *onzième phase*. Elle se décompose en deux parties. Pendant la première la pointe de la dent glisse sur la levée de l'ancre, pendant la seconde c'est l'extrémité de la levée qui décrit la surface d'impulsion de la dent. Il en résulte une discontinuité pour les rapports λ_{11} et μ_{11}. La roue tournant plus vite au début de la seconde partie de l'impulsion qu'à la fin de la première, il s'ensuit un choc. *Pour éviter ce choc, afin d'avoir une transmission continue de l'énergie, il est nécessaire d'arrondir légèrement le bec droit de la levée d'entrée.* Les rapports l_{11}, m_{11}, λ_{11}, μ_{11} sont loin d'être constants, ils varient respectivement de 19, 18, 50 et 30 % entre leurs valeurs extrêmes.

Sur le balancier s'exerce le couple perturbateur

$$\Gamma_{11} = -\frac{\mu_{11}}{m_{11}}C - \theta''\frac{A+E\lambda_{11}\mu_{11}}{l_{11}m_{11}} - E\frac{\mu_{11}}{l_{11}m_{11}}\frac{d\lambda_{11}}{dt}\theta,$$

qu'on porte dans les formules (2). Les intégrations ne peuvent se faire que par une méthode d'approximations (trapèzes).

4. *Après l'impulsion* on distingue :

Douzième phase. — En fin d'impulsion la roue abandonne l'ancre qui reste en contact avec le balancier (*chute*). La durée t_{12} de cette phase est donnée par une équation du second degré, elle est pratiquement de l'ordre du millième de seconde. Le couple perturbateur est

$$\Gamma_{12} = -\frac{A\theta''}{l^1_{11}m^1_{11}}.$$

(l'_{11} et m^1_{11} étant les valeurs finales de l_{11} et m_{11}) qu'on porte dans (2) où la borne supérieure dépend de t_{12}.

Treizième phase. — Choc de la roue sur la surface de repos de la levée de sortie. On obtient

$$\Delta\theta'_{13} = \frac{-\theta'_{12}(A + A\lambda_{13}\mu_{13}) + l_{13}\alpha'_{12}[(E\lambda_{13}\mu_{13}\eta' - A) - \rho'_{12}E\mu_{13}(1+\eta')]}{A + Bl_{13}m_{13} + E\lambda_{13}\mu_{13}},$$

qu'on porte dans (1).

Quatorzième phase. — La roue quitte l'ancre qui pousse le balancier en avant, phase analogue à la douzième. L'angle parcouru par la roue pendant cette phase est $\alpha'_{13}t_{14}$ avec

$$t_{14} = 2\frac{E}{C}\eta'(\rho'_{12} - \lambda_{13}\alpha'_{12}).$$

Soit α_r l'angle que doit parcourir l'ancre depuis la fin de la douzième phase avant de parvenir en position de repos. Deux éventualités sont possibles :

1° si $\alpha_r < \alpha'_{13}t_{14}$ le balancier se trouve définitivement libre pendant toute la fin de l'alternance considérée;

2° si $\alpha_r > \alpha'_{13}t_{14}$ à la fin de la quatorzième phase la roue reprend contact avec la levée de sortie, la roue et l'ancre accompagnent le balancier jusqu'à ce que l'ancre parvienne en position de repos, ceci constitue la 15e *phase.* Le couple perturbateur correspondant est

$$\Gamma_{15} = -C\frac{\mu_{14}}{m_{14}} - \theta''\frac{A + E\lambda_{14}\mu_{14}}{l_{14}m_{14}},$$

qu'on porte dans (2).

Ces résultats qui ont été appliqués avec succès dans l'industrie permettent, en outre, d'interpréter les intéressantes expériences de M. André Simon-Vermot.

(*) Séance du 20 octobre 1958.

(1) *Comptes rendus*, 247, 1958, p. 1289.

MÉCANIQUE DES EXPLOSIFS. — *Étude théorique du profil du front d'onde et de la vitesse de détonation de cartouches cylindriques d'explosif solide.* Note (*) de M. **Jean Berger**, Mlle **Thérèse Camion** et Mme **Christiane Perennes**, présentée par M. Gustave Ribaud.

1. *Rappel de résultats expérimentaux.* — Lorsque le régime permanent de détonation s'est établi dans une cartouche cylindrique d'explosif solide, l'expérience montre que la vitesse de l'onde D_0 est une fonction croissante du diamètre $\varnothing$ de la cartouche ; cette vitesse tend vers la vitesse idéale D_i, ou vitesse théorique de l'onde permanente plane, lorsque $\varnothing$ tend vers l'infini. L'onde est

une surface de révolution qu'on peut assimiler en première approximation à une calotte sphérique dont le rayon est une fonction croissante du diamètre de la cartouche.

Le profil du front de détonation peut être analysé au moyen d'une caméra à tambour tournant ([1]); la connaissance de la vitesse de détonation et de la vitesse de rotation du tambour permet de restituer le profil de la méridienne de l'onde.

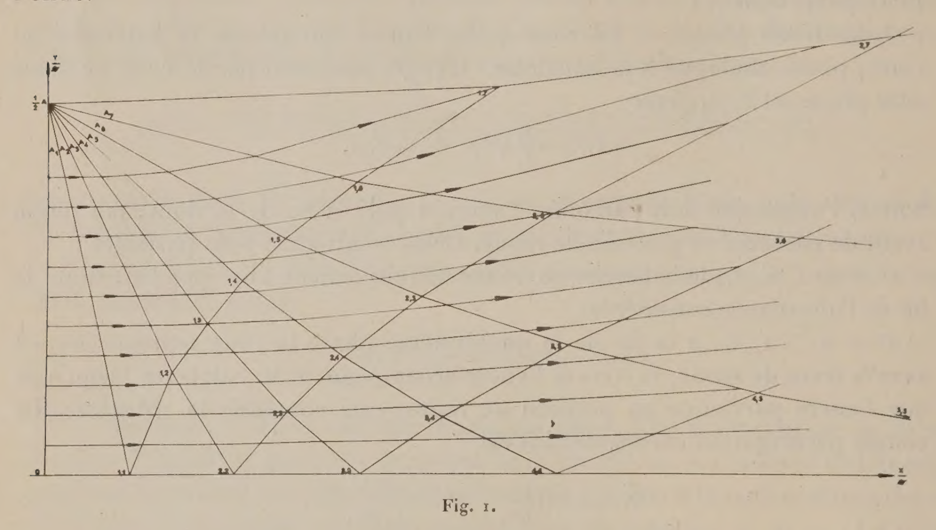


Fig. 1.

2. *Étude de l'écoulement des produits de détonation.* — Les produits de détonation sont supposés se détendre selon une loi polytropique $p\rho^{-\Gamma} =$ Cte dont l'exposant Γ a été choisi égal à 3, valeur moyenne acceptable pour un grand nombre d'explosifs, lorsqu'on ne s'éloigne pas trop des conditions de Chapman-Jouguet (C-J). L'écoulement de révolution a été supposé sonique dans le plan $x = 0$ du système d'axes (Oxy) rapporté à l'onde de détonation. Avec ces conditions initiales qui négligent l'épaisseur de la zone de réaction et la courbure de l'onde, il est possible de tracer les lignes caractéristiques de l'écoulement ([2]) et les lignes de courant : la figure 1 donne la physionomie générale de l'écoulement. En fait, le procédé graphique est insuffisamment précis et un calcul numérique au moyen de machines arithmétiques a été mis au point pour préciser les lignes de courant au voisinage du plan $x = 0$.

3. *Variations de la vitesse de détonation en fonction du confinement.* — Nous définirons le confinement local comme l'inverse du rapport de l'aire de l'élément de surface découpé en ce point par le tube de courant, à l'aire de l'élément de surface découpé sur le front d'onde par le même tube de courant. On peut démontrer dans ces conditions, que la composante normale de la vitesse d'onde D est définie par le confinement C_1 réalisé au point correspondant

du plan C-J :

$$\left(\frac{D_l}{D}\right)^2 = 1 + \frac{\Gamma^2}{4}\left(\frac{1}{C_1^2} - 1\right).$$

Ce résultat est une adaptation d'une formule classique ([3]); l'onde idéale est celle pour laquelle le confinement dans le plan C-J est égal à l'unité.

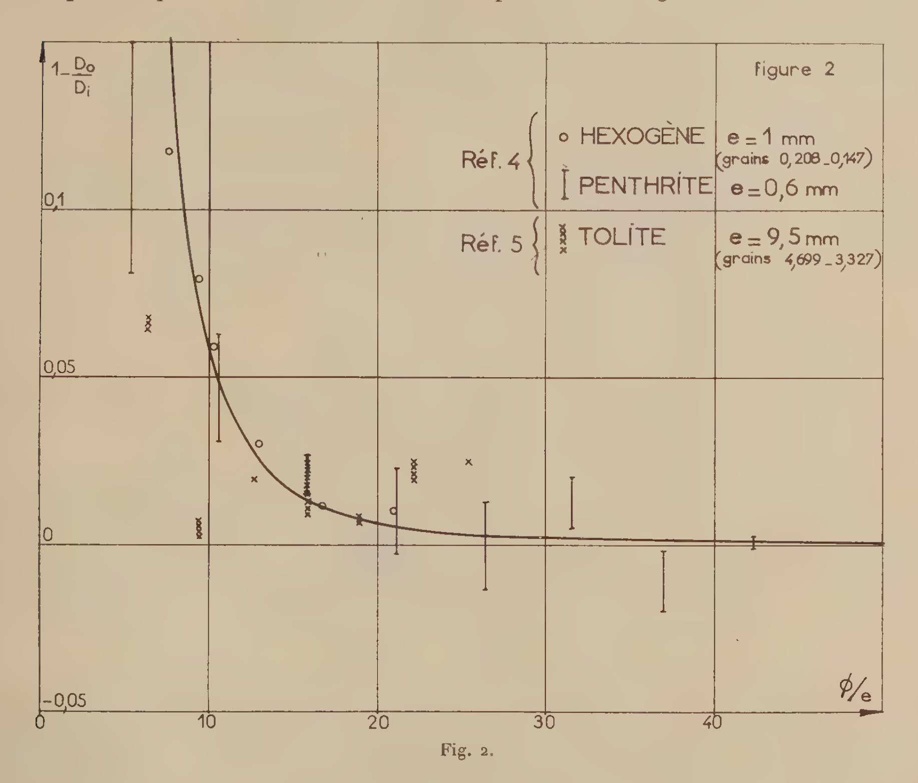


Fig. 2.

Cette vitesse locale D est liée à la vitesse d'ensemble D_0 parallèle à $\overrightarrow{Ox}$ par $D = D_0 \sin\alpha$, α étant l'angle de la tangente au front d'onde avec l'axe $\overrightarrow{Ox}$. Par ailleurs, le confinement $C_1 = C_1(e, y)$ dans le plan C-J d'abscisse $x = e$ par rapport au front d'onde permet de définir D comme une fonction de y. En particulier, la vitesse d'ensemble D_0 est définie à partir du confinement sur l'axe $D_0 = D(e, 0)$; la figure 2 donne la courbe théorique donnant les variations de cette vitesse d'onde D_0 avec le diamètre Ø de la cartouche. On y a porté des résultats expérimentaux provenant de la littérature ([4]), ([5]).

4. *Profils d'onde*. — L'intégration graphique de l'équation différentielle

$$\frac{dY}{dX} = \operatorname{tg}\alpha = \frac{D}{D_0}\left[1 - \left(\frac{D}{D_0}\right)^2\right]^{-\frac{1}{2}}$$

permet de tracer des profils d'onde dépendant du paramètre e; ces tracés sont comparés sur la figure 3 avec des profils d'onde expérimentaux. On constate que ces profils sont en meilleur accord avec les courbes théoriques ainsi obtenues qu'avec tout cercle osculateur ou moyen par lequel on voudrait représenter les résultats. La courbure du front diminue bien quand le diamètre de la cartouche augmente.

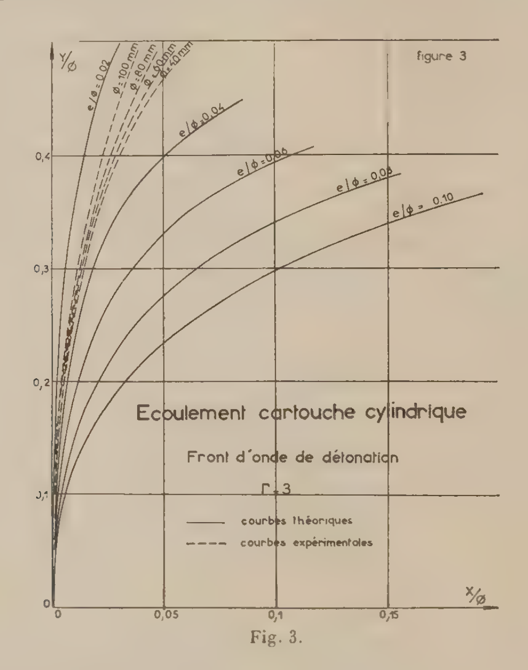


Fig. 3.

5. *Conclusion.* — Différentes théories on déjà été proposées pour rendre compte de ces phénomènes; dans leur état actuel, aucune n'établit de liaison étroite entre la courbure du front, la vitesse d'onde et les lois hydrodynamiques de la détente des produits de détonation : celle-ci apparaît nettement dans la présente étude par l'intermédiaire de la notion du confinement à laquelle une définition précise a été donnée.

(*) Séance du 20 octobre 1958.

(1) J. Viard, *Actes du IIe Congrès international de Photographie et de Cinématographie ultra rapide*, 1954.

(2) P. Carrière, *Publ. scient. et techn. Minist. Air*, n° 339.

(3) H. Jones, *Proc. Roy. Soc.*, A 189, 1947, p. 415.

(4) M. A. Cook, R. T. Keyes, W. S. Partridge et W. O. Ursenbach, *J. Amer. Chem. Soc.*, 79, 1957, p. 32.

(5) M. A. Cook, G. S. Horsley, W. S. Partridge et W. O. Ursenbach, *J. Chem. Phys.*, 24, 1956, p. 60.

DYNAMIQUE ET STATISTIQUE STELLAIRE. — *Sur la résolution d'une équation intégrale qui généralise l'équation de Jeans des systèmes stationnaires.* Note (*) de M. **Fernand Nahon**, présentée par M. André Danjon.

L'étude des mouvements non stationnaires des étoiles conduit à une équation intégrale qui généralise l'équation de Jeans. Cette équation est identique à celle qu'on trouve dans l'analyse des distributions de vitesses radiales. Sa solution fait intervenir les transformées de Fourier des fonctions de Bessel d'ordre entier.

1. *L'équation intégrale.* — Dans la Note précédente [1], nous avons étudié le problème suivant, de statistique stellaire : déterminer le nuage des vitesses spatiales d'un groupe d'étoiles, connaissant pour chaque étoile la vitesse radiale et la longitude galactique. Nous l'avons ramené à la solution de l'équation intégrale

$$g(\mathrm{R}; l) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\rho, \theta + l)\, d\mathrm{T}, \tag{1}$$

avec

$$\mathrm{R} = \rho\cos\theta, \qquad \mathrm{T} = \rho\sin\theta;$$

l est un paramètre angulaire, $0 < l < 2\pi$.

Interprétons cette équation.

Soit $\mathrm{F}(\mathrm{R} = \rho\cos\theta,\ \mathrm{T} = \rho\sin\theta) = f(\rho, \theta)$ la fonction de densité d'un nuage de points E_0 ; supposons que ce nuage tourne autour de l'origine O avec une vitesse angulaire ω ; à l'instant t sa fonction de densité est devenue

$$\mathrm{F}(\mathrm{R}, \mathrm{T}; t) = f(\rho, \theta - \omega t)$$

et la projection de ce nuage sur la direction fixe $\mathrm{O}x$ est une distribution de densité

$$g(\mathrm{R}; t) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\rho, \theta - \omega t)\, d\mathrm{T}. \tag{2}$$

Pour $\omega t = -l$, on retrouve le problème précédent, et l'équation (1). Le même schéma s'applique à l'étude des mouvements non stationnaires des étoiles dans la direction perpendiculaire au plan galactique. Soit $\mathrm{F}(z, w; t)$ la fonction de distribution des positions et des vitesses d'un groupe d'étoiles, dont le mouvement individuel est régi par les équations

$$\frac{dz}{dt} = w, \qquad \frac{dw}{dt} = \mathrm{K}(z). \tag{3}$$

Pour $|z| < 200$ pcs, on peut écrire avec une bonne approximation

$$\mathrm{K}(z) = -\varkappa^2 z,$$

ce qui signifie que les mouvements des étoiles animées de vitesses suffisamment petites sont des oscillations sinusoïdales de part et d'autre du plan galactique. Avec le changement de variables $\varkappa z = z$, $\varkappa t = \tau$, les équations du mouvement individuel deviennent

$$\frac{dz}{d\tau} = w, \qquad \frac{dw}{d\tau} = -z.$$

Dans le plan (z, w) on peut considérer que le nuage $F(z, w; t)$ est animé d'une rotation autour de l'origine O, de vitesse angulaire $\omega = -1$. La fonction F est donc nécessairement de la forme

$$F(z, w; t) = f(\rho, \theta + t), \qquad \text{avec} \quad z = \rho\cos\theta, \qquad w = \rho\sin\theta$$

et la projection de F sur l'axe fixe z, c'est-à-dire la distribution des positions $g(z; t)$, satisfait à l'équation

$$g(z; t) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\rho, \theta + t)\, dw.$$

Il est clair que cette équation est identique à (1); d'autre part si $\partial f/\partial t = 0$, on a $\partial g/\partial t = 0$, et l'on retrouve l'équation de Jeans des systèmes stationnaires.

Observons qu'on rencontre une équation du même type dans l'étude des distributions de densité à l'intérieur des amas globulaires [2].

2. *Résolution de l'équation* (1). — L'analyse harmonique des fonctions $f(\rho, \alpha)$ et $g(R, l)$ donne

$$f(\rho, \alpha) = \sum_{-\infty}^{+\infty} f_k(\rho)\, e^{ik\alpha}, \qquad g(R, l) = \sum_{-\infty}^{+\infty} g_k(R)\, e^{ikl}$$

et ramène la résolution de l'équation (1) à celle de l'équation

$$(4) \qquad g_k(R) = 2\int_0^{\infty} f_k(\rho)\cos k\theta\, dT,$$

avec

$$R = \rho\cos\theta, \qquad T = \rho\sin\theta.$$

De l'équation (4) on tire les conditions suivantes imposées à $g_k(R)$

(5)
- *a.* $g_k(R) = (-1)^k g_k(-R)$,
- *b.* $g'_k(R) + (-1)^k g'_k(-R) = 0$, g'_k dérivée de g_k par rapport à R.
- *c.* $\sin k\frac{\pi}{2}\, g_k(0) = 0$.

Soit $\varphi_k(t)$ la transformée de Fourier de $g_k(R)$, nous avons démontré la relation

$$(6) \qquad 2\pi f_k(\rho) = (i)^k \int_0^{\infty} \mathcal{J}_k(-t\rho)\, t\,\varphi_k(t)\, dt$$

dans laquelle $\mathcal{J}_k(x)$ est la fonction de Bessel d'ordre entier k.

La définition de $\varphi_k(t)$ nous donne

$$t\varphi_k(t) = i\int_{-\infty}^{+\infty} g'_k(\mathrm{R})\, e^{it\mathrm{R}}\, d\mathrm{R}$$

d'où nous tirons

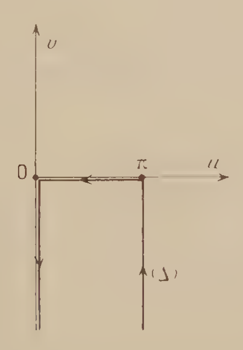
$$2\pi f_k(\rho) = (i)^{3k+1}\int_0^{\infty} g'_k(\mathrm{R})\, d\mathrm{R}\int_0^{\infty} \mathfrak{J}_k(t\rho)\, e^{it\mathrm{R}}\, dt.$$

Posons $\mathrm{R} = \rho\cos w$; quand R varie de $-\infty$ à $+\infty$, w décrit le contour Δ du plan complexe $w = u + iv$, figuré ci-dessous; on sait [3] que

$$\int_0^{\infty} \mathfrak{J}_k(t\rho)\, e^{it\mathrm{R}}\, dt = (i)^k \frac{e^{-ikw}}{\rho\sin w}$$

et l'on en déduit la solution de l'équation (4) sous la forme

(7) $$2\pi f_k(\rho) = -i\int_{\Delta} g'_k(\rho\cos w)\, e^{-ikw}\, dw.$$



En utilisant les propriétés (5 b) et (5 c) des fonctions $g_k(\mathrm{R})$, on peut mettre la formule (7) sous l'une ou l'autre des deux formes suivantes qui sont équivalentes

(8) $$f_k(\rho) = -\frac{1}{\pi}\left[\int_0^{\infty} g'_k(\rho\,\mathrm{ch}\,v)\, e^{-kv}\, dv - \int_0^{\frac{\pi}{2}} g'_k(\rho\cos u)\sin ku\, du\right].$$

(9) $$f_k(\rho) = -\frac{1}{\pi}\left[\int_0^{\infty} g'_k(\rho\,\mathrm{ch}\,v)\,\mathrm{ch}\,kv\, dv + \int_0^{\infty} g_k(\mathrm{R})\,\mathrm{P}_k\left(\frac{\mathrm{R}}{\rho}\right)\frac{d\mathrm{R}}{\rho^2}\right],$$

$\mathrm{P}_k(x)$ est un polynome de degré $k-2$ dont voici la définition :

Soit $\mathrm{T}_k(x)$ le polynome de degré $k-1$ en x, représentable par

$$\mathrm{T}_k(x) \equiv \frac{\sin ku}{\sin u} \quad \text{si} \quad x^2 < 1, \qquad x = \cos u,$$

$$\mathrm{T}_k(x) = \frac{\mathrm{sh}\,kv}{\mathrm{sh}\,v} \quad \text{si} \quad x^2 > 1, \qquad x = \mathrm{ch}\,v,$$

il faut prendre

$$P_k(x) = \frac{d}{dx} T_k(x), \qquad P_0(x) = P_1(x) = 0.$$

Pour $k = 0$, les formules (8) ou (9) redonnent la solution classique de l'équation de Jeans, qui est du type d'Abel.

(*) Séance du 20 octobre 1958.

(1) *Sur l'analyse harmonique des vitesses radiales.*

(2) SMART, *Stellar Dynamics.*

(3) WATSON, *A treatise on the theory of Bessel functions*, p. 405.

PHOTOMÉTRIE STELLAIRE. — *Indices de couleur infrarouges d'étoiles brillantes de différents types spectraux.* Note (*) de Mme **MADELEINE LUNEL**, présentée par M. André Danjon.

Indices de couleur infrarouges ($m_v - m_{IR}$) d'étoiles brillantes ($m < 8{,}0$), à partir de mesures effectuées avec une cellule au sulfure de plomb associée à divers filtres. Variations de l'indice en fonction du type spectral pour les différents filtres utilisés.

Nous avons mesuré fréquemment l'éclat de 61 étoiles brillantes avec une cellule photoconductrice au sulfure de plomb, dont la sensibilité spectrale s'étend de 0,5 à 3 μ environ. Le photomètre était monté au foyer du télescope de 120 cm d'ouverture de l'observatoire de Haute-Provence. La magnitude visuelle limite était alors voisine de 8,0 pour les étoiles de la classe M.

Le flux est haché au moyen d'une roue dentée et le signal est amplifié en courant alternatif, sur une fréquence accordée sur celle des interruptions du flux. Les mesures portent sur diverses régions spectrales limitées au moyen des filtres ci-dessous :

n° 1, Wratten 88 : $\lambda > 0{,}72$ μ;

n° 2, Ilford 207 : $\lambda > 0{,}74$ μ;

n° 3, Schott UG 7 : $\lambda > 0{,}90$ μ;

n° 4, Filtre au germanium : $\lambda > 1{,}8$ μ;

n° 5, 1re combinaison : $1{,}00 < \lambda < 1{,}40$ μ;

n° 6, 2e combinaison : $1{,}80 < \lambda < 2{,}50$ μ.

La première combinaison (n° 5) est constituée par un cristal d'alun superposé à un filtre de gélatine, la deuxième (n° 6) par un filtre interférentiel associé au filtre au germanium.

Les corrections d'absorption atmosphérique ont été soigneusement faites chaque nuit suivant la méthode de Bouguer (1) et les mesures ramenées au-dessus de l'atmosphère. Par convention, les magnitudes infrarouges m_{IR} des étoiles — différentes suivant les filtres utilisés — sont prises uniformément

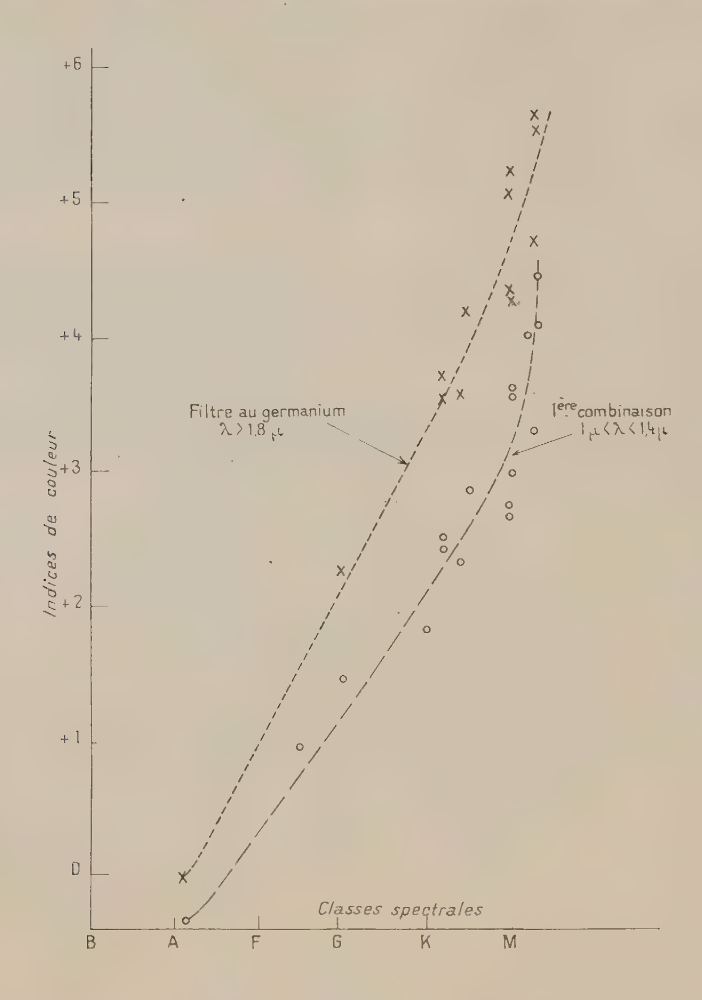
égales aux magnitudes visuelles m_v de Harvard dans le cas des étoiles de type A 0.

Le tableau ci-dessous donne, pour les 24 étoiles les plus fréquemment observées de juin 1955 à novembre 1957, les indices infrarouges $I_{IR} = m_v - m_{IR}$ déterminés avec les filtres nos 1, 2, 3 et 6. Ils sont d'autant plus grands que les mesures infrarouges portent sur une région de plus grande longueur d'onde moyenne et à peu d'exceptions près, suivent bien l'ordre des types spectraux. Pour quelques étoiles M 0 et la plupart des étoiles M 3, l'indice correspondant à la combinaison n° 6 dépasse 5 magnitudes. La radiance moyenne de l'étoile entre 1,8 et 2,5 μ est alors plus de 100 fois plus grande que dans la région visible.

Les graphiques construits en portant en abscisses les types spectraux, en ordonnées les indices infrarouges, ont une allure assez différente suivant le filtre employé. Avec le filtre n° 4 au germanium ($\lambda > 1,8\ \mu$) la variation est presque linéaire (*fig.* 1); elle diffère de plus en plus d'une droite à mesure que la bande spectrale s'étend vers les courtes longueurs d'onde (filtres n° 3, 2, 1). Avec la combinaison de filtres n° 5 qui n'admet qu'une bande passante assez étroite entre 1,0 et 1,4 μ, la courbe présente presque une cassure entre les types M 0 et M 3. (*fig.* 1).

Étoile.	Spectre.	N° 1 $\lambda > 0,72$.	N° 2 $\lambda > 0,74$.	N° 3 $\lambda > 0,90$.	N° 6 $2,5\ \mu > \lambda > 1,8\ \mu$.
α *C Ma*........	A 1 V	–	0,02	—0,01	—0,15
β *Cas*..........	F 2 IV	0,39	0,86	–	–
α *Per*.........	F 5 I_b	–	0,98	1,11	–
α *Aur*.........	*g*G 0	1,24	1,56	1,81	2,21
α *U. Ma*.......	K 0 III	–	1,95	2,25	3,11
α *Hya*.........	*g*K 2	2,28	2,46	2,97	3,60
α *Boo*.........	K 2 III_p	2,33	2,65	3,07	3,64
β *Can*.........	K 4 III_p	2,43	2,77	3,07	–
α *Lyn*.........	M 0 III	2,65	3,00	3,35	3,99
α *Tau*.........	K 5 III	2,76	3,12	3,52	4,14
μ *U Ma*........	M 0 III	–	2,95	3,61	4,16
ν *Vir*..........	*g*M 0	–	3,23	3,60	–
β *And*.........	M 0 III	2,97	3,32	3,70	4,37
σ *Vir*..........	*g*M 0	–	3,62	3,95	–
35 *Vir*..........	*g*M 0	3,34	3,71	–	–
ψ *Vir*..........	*g*M 3	3,39	3,77	4,13	4,75
34 *Boo*.........	*g*M 0	–	3,78	4,11	4,82
β *Peg*.........	*g*M 0	3,55	3,92	4,34	5,07
δ *Vir*..........	*g*M 0	3,64	3,97	4,40	5,10
30 *Psc*.........	*g*M 3	3,73	4,07	4,38	5,17
716 *Grb*.........	*g*M 0	3,72	4,09	4,43	5,59
α *Ori*..........	M 2 M 3 I_{ab}	3,85	4,24	4,72	5,40
51 *Gem*.........	*g*M 3	4,07	4,45	4,81	–
9 H *Boo*.......	*g*M 3	4,42	4,76	5,16	5,99

La détermination des types spectraux des étoiles M repose essentiellement sur l'intensité des bandes de l'oxyde de titane, situées entre 4 760 et 7 950 Å. Elles ont pour effet d'affaiblir le rayonnement des étoiles dans la région visible — et par suite d'accroître la magnitude visuelle m_v — sans affecter



le rayonnement infrarouge. Leur intensité croissante à partir du type K 5 pourrait expliquer qualitativement l'augmentation plus rapide de l'indice de couleur infrarouge en fonction du type spectral surtout quand on détermine la magnitude infrarouge avec un filtre éliminant les radiations de longueurs d'onde inférieures à 1 μ (par exemple combinaison de filtres n° 5).

Effectivement la cassure signalée plus haut se trouve très atténuée quand on évalue les indices de couleur infrarouges en faisant la différence entre les

magnitudes photographiques, peu affectées par l'absorption de TiO et les magnitudes infrarouges déterminées avec la combinaison de filtres n° 5.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) M. Lunel, *Comptes rendus*, 247, 1958, p. 490.

ASTROPHYSIQUE THÉORIQUE. — *La méthode probabiliste pour les problèmes de transfert du rayonnement. La réflexion diffuse et la transmission dans l'atmosphère finie.* Note (*) de M. **Sueo Ueno**, présentée par M. André Danjon.

1. Le problème de la réflexion diffuse et la transmission du rayonnement par l'atmosphère plan-parallèle, finie et homogène a été traité successivement par V. A. Ambartzumian (1), S. Chandrasekhar (2), Ida W. Busbridge (3) et V. V. Sobolev (4).

Dans la présente Note, étendant notre méthode probabiliste à une atmosphère homogène d'épaisseur optique τ_1, nous obtenons la solution exacte de l'équation de transfert pour le problème mentionné ci-dessus dans le cas conservatif.

Supposant que la diffusion multiple des quanta en considération suit un processus du type Markov et que l'écoulement du courant de la probabilité à travers le plan $\tau=\tau_1$ est dû à la transmission du rayonnement pour la direction τ_1, nous écrivons l'équation de Chapman-Kolmogoroff pour la distribution de la probabilité $p(\mu;\tau,\tau_1)$ $(0<\mu\leq 1,\ 0\leq\tau\leq\tau_1)$ d'émission d'un quantum sous la forme un peu modifiée

$$p(\mu;\tau,\tau_1)=\int_0^1 \bar{p}(\mu';\tau-t,\tau_1)\,p(\mu\,|\,\mu';t,\tau_1)\,d\mu', \tag{1}$$

pour toute valeur de $\bar{\lambda}$ pendant zéro et τ.

Posant

$$\bar{p}(\mu;\tau-t,\tau_1)=p(\mu;\tau-t,\tau_1)-\frac{1}{2}t\,\mathrm{Y}(\mu)\int_0^1 p(\mu'';\tau_1-\tau,\tau_1)\frac{d\mu''}{\mu''}, \tag{2}$$

$$p(\mu\,|\,\mu';t,\tau_1)=\bar{\mathrm{R}}(\mu\,|\,\mu')t+\delta(\mu-\mu')\left\{1-t\int_0^1 \mathrm{R}(\mu''\,|\,\mu')\,d\mu''\right\}, \tag{3}$$

comme $t\to+0$, où δ désigne la fonction δ de Dirac et

$$\mathrm{X}(\mu)=p(\mu;0,\tau_1),\qquad \mathrm{Y}(\mu)=p(\mu;\tau_1,\tau_1), \tag{4}$$

$$\mathrm{R}(\mu\,|\,\mu')-\frac{1}{2}\frac{\mathrm{X}(\mu)}{\mu'},\qquad \mathrm{R}(\mu\,|\,\mu')=\frac{1}{2}\frac{1}{\mu'}\{\mathrm{X}(\mu)+\mathrm{Y}(\mu)\} \tag{5}$$

En substituant les équations (2) et (3) dans (1), et en faisant tendre t vers zéro par valeurs positives, nous avons l'équation de Kolmogoroff-Feller

modifiée

$$\frac{\partial p(\mu;\tau,\tau_1)}{\partial\tau}=-\frac{p(\mu;\tau,\tau_1)}{\mu}+\frac{1}{2}X(\mu)\int_0^1 p(\mu';\tau,\tau_1)\frac{d\mu'}{\mu'} - \frac{1}{2}Y(\mu)\int_0^1 p(\mu';\tau_1-\tau,\tau_1)\frac{d\mu'}{\mu'}. \tag{6}$$

La condition de normalisation est donnée par

$$\mu\int_0^1 R(\mu'\,|\,\mu)\,d\mu'=1. \tag{7}$$

Soit un faisceau parallèle de rayonnement, incident sur la surface $\tau=0$; son flux net à travers un élément de surface unité normal au rayonnement est πF.

Suivant la notation usuelle, l'équation intégrale de Schwarzschild-Milne appropriée au cas présent s'écrit sous la forme

$$J(\tau)=\overline{\Lambda}_\tau\{J(\tau')\}+\frac{1}{4}F\,e^{-\frac{\tau}{\mu_0}}, \tag{8}$$

où μ_0 est le cosinus de l'angle d'incidence. Dans l'équation (8) $\overline{\Lambda}$ est donné par

$$\overline{\Lambda}_\tau\{f(\tau')\}=\frac{1}{2}\int_0^{\tau_1} f(\tau')E_1(|\tau'-\tau|)\,d\tau', \tag{9}$$

où $E_1(\tau)$ est la fonction intégro-exponentielle d'ordre 1.

Une autre expression de l'équation (5) s'écrit sous la forme de l'équation auxiliaire

$$p(\mu;\tau,\tau_1)=\overline{\Lambda}_\tau\{p(\mu;\tau',\tau_1)\}+e^{-\frac{\tau}{\mu}}. \tag{10}$$

Donc, à l'aide de l'équation (10), nous obtenons

$$X(\mu)=1+\frac{1}{2}\int_0^1 S(\mu,\mu')\frac{d\mu'}{\mu'}, \tag{11}$$

$$Y(\mu)=e^{-\frac{\tau_1}{\mu}}+\frac{1}{2}\int_0^1 T(\mu,\mu')\frac{d\mu'}{\mu'}, \tag{12}$$

où

$$S(\mu,\mu')=\int_0^{\tau_1} p(\mu;\tau,\tau_1)\,e^{-\frac{\tau}{\mu'}}\,d\tau,\quad T(\mu,\mu')=\int_0^{\tau_1} p(\mu;\tau_1-\tau,\tau_1)\,e^{-\frac{\tau}{\mu'}}\,d\tau. \tag{13}$$

Multipliant respectivement l'équation (6) par $e^{-\tau/\mu'}$ et par $e^{-(\tau_1-\tau)/\mu'}$ et intégrant les équations par rapport à τ dans la région $(0,\tau_1)$, après quelques calculs, nous avons

$$\left(\frac{1}{\mu}+\frac{1}{\mu'}\right)S(\mu,\mu')=X(\mu)X(\mu')-Y(\mu)Y(\mu'), \tag{14}$$

$$\left(\frac{1}{\mu'}-\frac{1}{\mu}\right)T(\mu,\mu')=Y(\mu)X(\mu')-X(\mu)Y(\mu'). \tag{15}$$

Substituant respectivement (14) dans (11) et (15) dans (12), nous pouvons obtenir les équations intégrales des fonctions $X(\mu)$ et $Y(\mu)$.

D'une manière similaire au cas traités par nous ([5]), les intensités émergentes de la réflexion et de la transmission s'écrivent sous la forme

$$(16)\qquad I(0, +\mu) = \frac{1}{4}F\int_0^{\tau_1} p(\mu; \tau, \tau_1)\, e^{-\frac{\tau}{\mu_0}}\frac{d\tau}{\mu} = \frac{F}{4\mu}S(\mu, \mu_0),$$

$$(17)\qquad I(\tau_1, -\mu) = \frac{F}{2}\delta(\mu-\mu_0)\, e^{-\frac{\tau_1}{\mu}} + \frac{F}{4}\int_0^{\tau_1} p(\mu; \tau_1-\tau, \tau_1)\, e^{-\frac{\tau}{\mu_0}}\frac{d\tau}{\mu}$$
$$= \frac{F}{2}\delta(\mu-\mu_0)\, e^{-\frac{\tau_1}{\mu}} + \frac{F}{4\mu}T(\mu, \mu_0),$$

où $S(\mu, \mu_0)$ et $T(\mu, \mu_0)$ sont respectivement donnés par les équations (14) et (15). Les solutions (16) et (17) sont égales aux équations (1) du chapitre VII de R. T.

Dans les cas conservatifs, on trouve plusieurs solutions. Donc, si on tient compte de l'intégrale

$$(18)\qquad \int_0 d\mu \int_0^{\tau_1} p(\mu; \tau, \tau_1)\, d\tau = \tau_1,$$

après quelques calculs, nous obtenons respectivement les solutions (16) et (17) en termes des fonctions « standard » $X(\mu)$ et $Y(\mu)$. Elles sont identiques aux équations (27) du chapitre IX de R. T. Le calcul détaillé se trouvera dans un article ultérieur.

(*) Séance du 20 octobre 1958.

(1) V. A. AMBARTZUMIAN, *C. R. (Doklady), Acad. Sc. U. R. S. S.*, 38, 1943, p. 257.

(2) S. CHANDRASEKHAR, *Ap. J.*, 107, 1948, p. 48, *Radiative Transfer* Oxford University Press, London 1950; ce livre est référé dans ma note comme « R. T. »

(3) Ida W. BUSBRIDGE, *M. N.*, 115, 1955, p. 391.

(4) V. V. SOBOLEV, *Transfer of Radiation Energy in the Atmospheres of Stars and Planets* (Moscow), 1956 : *R. A. J.*, 34, 1957, p. 336.

(5) S. UENO, *J. Math. and Mech.*, 7, 1958, p. 629.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Base de la théorie cinétique et équation de Boltzmann. Cas où le fluide est soumis à un champ de forces.* Note (*) de Mlle **SIMONE MARQUET**, transmise par M. Georges Darmois.

Dans la Note précédente ([1]), un système de n corpuscules est supposé décrit par une mesure de Radon. Une équation d'évolution pour cette mesure a été proposée et résolue. Par un théorème de conservation asymptotique d'inorganisation corpusculaire, on peut déduire de cette équation une équation de Boltzmann et un procédé de résolution de celle-ci.

Cette étude qui tend à justifier l'équation de Boltzmann est faite dans le cas particulier suivant. Les n corpuscules sont caractérisés par

$$x = (m_1, v_1, \ldots, m_n, v_n) = (m, v)$$

(position m_i et vitesse v_i de leur centre de gravité). *Seuls les chocs binaires sont de probabilité non nulle et celle-ci est proportionnelle à* $1/n$,

$$\psi_{ij}(m, v) = h(|m_i - m_j|)\, \frac{|(v_i - v_j).l| - (v_i - v_j).l}{2n}$$

l est le vecteur unitaire de la ligne des centres $m_j m_i$, $h(r)$ est une fonction continue à support compact sur R_+,

$$A_{ij}(m, v) = (m_1, v_1, \ldots, m_i, v'_i, \ldots, m_j, v'_j, \ldots, m_n, v_n)$$
$$v'_i = v_i - ((v_i - v_j).l)l, \qquad v'_j = v_j - ((v_j - v_i).l)l.$$

1. *Conservation de la propriété de Boltzmann.* — $\varphi(x, 0)$ est une mesure positive, normée ($\langle \varphi(x, 0), 1 \rangle = 1$), à support compact, symétrique par rapport aux x_i. Ceci conduit à donner la masse $1/n$ aux corpuscules et à avoir une énergie de la forme $E_n(x)$

$$E_n(x) = \frac{1}{n}\left(\frac{v^2}{2} + e(x)\right), \qquad [e(x) \geq 0].$$

A $\varphi(x, 0)$ on fait correspondre la solution $\varphi(x, t)$ de l'équation

$$(1) \qquad d_t m_t \varphi(x, t) = m_t \Omega \varphi(x, t)$$

se réduisant à $\varphi(x, 0)$ pour $t = 0$

$\varphi(x, t)$ est la mesure normée, positive, symétrique par rapport aux x_i

$$m_t \varphi(x, t) = \sum_0^\infty A_t^n \varphi(x, 0),$$

où, en posant $a_t = m_t \Omega^\star m_{-t}$

$$\langle A_t \varphi(x, t), g(x) \rangle = \int_0^t \langle \varphi(x, \tau), a_\tau g(x) \rangle \, d\tau.$$

Un calcul élémentaire conduit à

$$\langle m_t \varphi(x, t), g(x) \rangle = \sum_0^\infty \left\langle \varphi(x, 0), \int_0^t \int_0^{\tau_p} \cdots \int_0^{\tau_2} a_{\tau_1} a_{\tau_2} \ldots a_{\tau_p} g(x) \, d\tau_1 \ldots d\tau_p \right\rangle.$$

par définition le terme correspondant à 0 est $\langle \varphi(x, 0), g(x) \rangle$.

Si nous supposons l'indépendance stochastique des n corpuscules (inorganisation corpusculaire) $\varphi(x, 0)$ se met sous forme d'un produit direct $\varphi(x_1)\varphi(x_2)\ldots\varphi(x_n)$, mais cette propriété ne se conserve pas au cours du temps.

Considérons une suite $\{\varphi_n(x, 0)\}$ de mesures correspondant à des systèmes

de n corpuscules vérifiant la *propriété de Boltzmann*

$$\lim_{n\to\infty}\langle \varphi_n(x,0),\, g_{n_1}(x)\, h_{n_2}(x)\rangle = \lim_{n\to\infty}\langle \varphi_n(x,0),\, g_{n_1}(x)\rangle \lim_{n\to\infty}\langle \varphi_n(x,0),\, h_{n_2}(x)\rangle$$

quand g_{n_1} et h_{n_2} dépendent respectivement de n_1 et n_2 variables x, toutes différentes entre elles.

En général représentons par $g_{n_1}(x)$ une fonction ne dépendant que de n_1 corpuscules et introduisons la relation d'équivalence $g\sim g'$ si $\langle\varphi, g\rangle = \langle\varphi, g'\rangle$ pour tout φ symétrique par rapport aux x_i. On a

$$g_{n_1}(x)\simeq g_{n_1}(x_1, x_2, \ldots, x_{n_1}).$$

Par récurrence nous introduirons

$$g_{n_1+p}(x;\tau_p,\tau_{p-1},\ldots,\tau_1) = \sum_{i=1}^{n_1+p-1} m_{\tau_1}\omega_{i,n_1+p}\, m_{-\tau_1} g'_{n_1+p-1}(x;\tau_p,\ldots,\tau_2)$$

$$g'_{n_1+p}(x;\tau_{p+1},\tau_p,\ldots,\tau_1) = \sum_{1\leq i<j_1\leq n_1+p} m_{\tau_1}\omega_{ij}\, m_{-\tau_1} g_{n_1+p}(x;\tau_{p+1},\ldots,\tau_2)$$

$\omega_{ij}=n\Omega_{ij}$ correspond aux chocs des $i^{\text{ième}}$ et $j^{\text{ième}}$ corpuscules et ne dépend pas de n.

Supposons $|g_{n_1}(x)|\leq 1+\mathrm{E}_n(x)$,

$$\sum_{ij}|v_i-v_j|\simeq\frac{n(n-1)\,|v_1-v_2|}{2}\simeq\leq(n-1)\sqrt{n}\,|v|$$

permet de majorer g_{n_1+p} et g'_{n_1+p} au sens de l'équivalence ainsi que les différents termes de $\langle m_t\varphi_n(x,t),\, g_{n_1}(x)\rangle$. Sous les hypothèses :

1° il existe un nombre ρ tel que le support de $\varphi_n(x,0)$ est contenu dans $\{x,\ \mathrm{E}_n(x)\leq n\rho^2/2\}$,

2° $\mathrm{E}_n(x)$ ne peut décroître, au sens de l'équivalence, quand n croît

3° $$\lim_{n\to\infty}\frac{1}{n}\|\varphi_n(x,0)\|=0$$

on obtient, n_1 étant un entier fixe

$$\lim_{n\to\infty}\langle m_t\varphi_n(x,t),\, g_{n_1}(x)\rangle$$
$$=\lim_{n\to\infty}\sum_0^{n-n_1}\left\langle \varphi_n(x,0),\ \int_0^t\int_0^{\tau_p}\cdots\int_0^{\tau_2} g_{n_1+p}(x;\tau_p,\ldots,\tau_1)\,d\tau_1\ldots d\tau_p\right\rangle.$$

En remplaçant $g_{n_1}(x)$ par $g_{n_1}(x_1, x_2, \ldots, x_{n_1})\, h_{n_2}(x_{n_1+1}, \ldots, x_{n_1+n_2})$ des regroupements de termes dans l'intégrale montre que *la propriété de Boltzmann est conservée au cours du temps*

$$\lim_{n\to\infty}\langle \varphi_n(x,t),\, g_{n_1}(x)\, h_{n_2}(x)\rangle = \lim_{n\to\infty}\langle \varphi_n(x,t),\, g_{n_1}(x)\rangle \lim_{n\to\infty}\langle \varphi_n(x,t),\, h_{n_2}(x)\rangle.$$

2. *Application de l'équation de Boltzmann.* — Soit une mesure $f(x_1)$ normée, positive, à support compact sur l'espace des phases d'un corpuscule et $\varphi_n(x, 0)$ le produit direct

$$\varphi_n(x, 0) = f(x_1) f(x_2) \ldots f(x_n).$$

Notons $(v_1^2/2) + e(x_1)$ la densité d'énergie pour un corpuscule. On a

$$E_n(x) \sim \frac{v_1^2}{2} + e(x_1).$$

On vérifie aisément que toutes les hypothèses du paragraphe précédent sont satisfaites y compris la propriété de Boltzmann. A la suite $\{\varphi_n(x, 0)\}$ correspond biunivoquement une suite de mesures normées, positives, solutions de (1) $\{\varphi_n(x, t)\}$ vérifiant également la propriété de Boltzmann.

On démontre que, n_1 étant fixe, $\langle m_t \varphi_n(x, t); g_{n_1}(x) \rangle$ tend, quand n augmente indéfiniment, vers une limite que nous noterons

$$\langle m_t \varphi(x, t), g_{n_1}(x) \rangle$$

et qui définit un opérateur sur l'espace des fonctions continues admettant des majorantes équivalentes à des multiples de $1 + (v_1^2/2) + e(x_1)$, tel que sa restriction aux fonctions de n variables x_i, n fixe, appartient au K_E correspondant. En ce sens on peut écrire (propriété de Boltzmann)

$$\varphi(x, t) = \prod_{i=1}^{\infty} f(x_i, t),$$

$$\langle m_t f(x_1, t), g(x_1) \rangle = \sum_{0}^{\infty} \left\langle f(x_1) \ldots f(x_{p+1}), \int_0^t \int_0^{\tau_p} \cdots \int_0^{\tau_2} g_{p+1}(x; \tau_p, \ldots, \tau_1)\, d\tau_1 \ldots d\tau_p \right\rangle.$$

Les théorèmes classiques permettent d'obtenir

$$d_t \langle m_t \varphi(x, t), g_{n_1}(x) \rangle = \langle m_t \varphi(x, t), g_{n_1+1}(x, t) \rangle.$$
$$d_t \langle m_t f(x_1, t), g(x_1) \rangle = \langle m_t \omega_{12} f(x_1, t) f(x_2, t), g(x_1) \rangle.$$

Cette dernière égalité peut être considérée comme une généralisation à l'espace des mesures d'une équation de Boltzmann (²).

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(¹) *Comptes rendus*,

(²) Dietrich Morgenstern, *Étude analytique de l'équation de Maxwell-Boltzmann. Journal of rational mechanics and analysis.* Vol. 4, nb. 4, Indiana University, 1955.

LUMINESCENCE. — *Au sujet des radiations de luminescence visibles et ultraviolettes produites dans les milieux aqueux et organiques soumis aux radiations de haute énergie quantique.* Note de M. **Lucien Mallet**, présentée par M. Francis Perrin.

M'étant consacré pendant de nombreuses années à des recherches sur les phénomènes de radio-luminescence, je crois utile d'apporter une mise au point sur l'antériorité de mes découvertes dans cet important domaine de la Physique, et d'en établir la chronologie.

Depuis quelques années, la luminescence produite dans les milieux aqueux et organiques par les rayonnements de grande énergie ont attiré à nouveau l'attention de certains théoriciens et expérimentateurs qui l'ont, *a priori*, et sans enquête préalable, désigné sous le nom d'effet Cerenkov.

La description de cet effet par l'auteur russe a été faite à l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S. par P. Cerenkov, le 11 juin 1934 [1] sous le titre : *Luminescence visible des liquides purs sous l'action des radiations* γ.

Or, 1° j'avais publié le 26 juillet 1926 à l'Académie des Sciences (sous la rubrique : Fluorescence), une première Note présentée par M. A. Cotton, intitulée : *Luminescence de l'eau et des substances organiques soumises au rayonnement* γ, décrivant le phénomène, ses conditions de réalisation, les milieux dans lesquels il s'observait et ses propriétés spectrales : l'emploi d'une source de radium à rayons γ, les absorptions relatives dans le quartz, le sel gemme, le verre de la luminescence, la production du phénomène dans l'eau pure, la glace, l'alcool, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, les huiles, les graisses, la cire, l'albumine.

2° Le 17 juillet 1928, je publiais à l'Académie des Sciences, sous la rubrique Radioactivité, une nouvelle Note présentée par M. Ch. Fabry, intitulée : *Étude spectrale de la luminescence de l'eau et du sulfure de carbone soumis au rayonnement* γ, qui affirmait, par une étude spectrographique, à l'aide d'un nouveau spectrographe très lumineux, ma première hypothèse sur les caractéristiques spectrales du phénomène que j'avais découvert, dont je donnais la description dans le visible et l'ultraviolet jusqu'à 3 700 Å.

3° Enfin, le 4 février 1929, sous la rubrique Radioactivité, je publiais une troisième Note à l'Académie des Sciences, présentée également par M. Ch. Fabry, intitulée : *Sur le rayonnement ultraviolet des corps* (milieux aqueux et liquides organiques) *soumis aux rayons* γ, montrant l'*étendue du spectre ultraviolet* dans les milieux liquides, à l'aide d'un nouveau spectrographe à optique de quartz et sel gemme (également décrit), permettant de reculer l'étendue du spectre jusqu'à au moins 2 500 Å.

Plusieurs Mémoires, tant à la Société de Biologie (1926) que dans des périodiques (*Archives d'Électricité médicale* (1928-1929), *Journal médical français* (1928), ont été publiés sur la même question. Enfin, dans un Ouvrage sur le radium et les applications curiethérapiques (Baillière, 1930), j'exposais à nouveau les phénomènes de luminescence produits dans les liquides par les rayons γ (photographie du spectrographe et spectres y sont insérés).

Ces travaux développant ou complétant les précédents, confirmaient :

1° que les phénomènes de luminescence produits par les rayonnements de grande énergie sont dus à un mécanisme différent des effets de fluorescence ou de scintillation des cristaux;

2° qu'ils sont également apparents dans les substances amorphes, comme le verre ou la cellulose;

3° qu'un minimum de fréquence du rayonnement est nécessaire pour qu'ils apparaissent.

Il est regrettable que P. Cerenkov, ainsi que les auteurs occidentaux (²) qui ont donné son nom au phénomène de luminescence décrit par moi, huit ans plus tôt, n'aient pas procédé à des investigations bibliographiques dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, où mes notes ont été publiées sous le patronage des grands savants, A. Cotton et Ch. Fabry.

P. Cerenkov a étudié, en 1934, l'état de polarisation de la lumière émise, et c'est là la partie originale et inédite de son travail. Il l'attribue aux seuls rayons γ et ne fait pas intervenir le déplacement de l'électron dans la matière à une vitesse dépassant celle de la lumière, comme l'ont proposé les théoriciens I. E. Tamm et I. M. Frank (³).

(¹) *C. R. Acad. Sc. U. R. S. S.*, 2, vol. II, n° 8, 1934.

(²) G. B. Collins et V. G. Preiling, *Phys. Rev.*, 54, 1938, p. 499; H. O. Wycoff et I. E. Henderson, *Phys. Rev.*, 64, 1943, p. 1; Guido Beck, *Phys. Rev.*, 1948.

Je signale, par contre, que mon antériorité est cependant signalée par K. Przibram, *Luminescence Excitation* (Pergamon Press, London, N. Y., 1957).

(³) *C. R. Acad. Sc. U. R. S. S.*, 14, 1937, p. 109.

Remarques sur la Note de M. Lucien Mallet *relative à la luminescence des milieux transparents sous l'action des rayons* γ. Note de M. **Francis Perrin**.

Dans la Note précédente M. Lucien Mallet rappelle fort justement qu'il a découvert et étudié le phénomène de luminescence des milieux transparents aqueux ou organiques (liquides, vitreux ou cristallisés) soumis à un rayonnement γ d'énergie quantique élevée, huit ans avant le physicien

russe P. Cerenkov, dont la première publication sur cet effet est de juin 1934.

Par ses travaux, publiés de 1926 à 1930, M. Lucien Mallet avait établi la généralité de la luminescence excitée par les rayons γ et ses caractères spectraux (très différents de ceux des fluorescences); il avait montré qu'une énergie quantique élevée des rayons excitateurs est nécessaire, des rayons X intenses émis par un tube à 120 kV n'excitant pas ces luminescences.

M. Cerenkov aurait dû connaître et citer les travaux de M. Mallet qui a vraiment découvert le phénomène de luminescence des milieux transparents sous l'action des rayons γ. Cela aurait donné sa juste valeur à ses observations originales sur la polarisation de cette luminescence, qui ont mis les physiciens théoriciens Tamm et Frank sur la voie de l'interprétation remarquable qu'ils en ont donné, comme sillage lumineux d'électrons projetés par les rayons γ avec une vitesse supérieure à celle de la lumière dans le milieu réfringent qu'ils traversent.

C'est évidemment cette interprétation, pleinement confirmée, qui a donné une grande importance au phénomène connu sous le nom d'effet Cerenkov, mais dont la première observation, tout à fait valable, est incontestablement due à M. Lucien Mallet.

PHYSIQUE CRISTALLINE. — *Structure de* $AsO_4H_2(NH_4)$. Note de M. **Claude Delain**, transmise par M. Louis Néel.

L'arséniate monoammonique, $AsO_4H_2(NH_4)$, cristallise dans le système quadratique $Vd = \bar{4}2m$. Il est isomorphe du phosphate monoammonique $PO_4H_2(NH_4)$. Il possède donc le même groupe infini $V_D^{12} = I\bar{4}2d$. Pour ce groupe les conditions de réflexion des zones (hko) et (hol) sont les suivantes :

zone (hko) : réflexions générales, $h+k=2n$; réflexions type $(hho)=2n$;
zone (hol) : réflexions générales, $h+l=2n$; type (ool), $l=4n$.

Sur les clichés de ces zones, toutes les réflexions possibles ont effectivement été observées, les autres étant absentes, ce qui confirme l'existence du groupe infini précédent.

Nous avons déterminé les dimensions de la maille sur des clichés de cristal tournant avec extrapolation $\bar{a}\sin^2\theta = 1$.

Nous avons obtenu :

$$a = 7{,}699 \pm 0{,}005$$
$$c = 7{,}729 \pm 0{,}005.$$

L'arsenic et l'ammonium sont en positions spéciales. Nous leur avons

attribué les mêmes positions qu'au phosphore et à l'ammonium dans $PO_4H_2(NH_4)$, à savoir :

$$\begin{array}{llll} As(0\ 0\ 0), & (0\ 1/2\ 1/2) & \text{et plus} & (1/2\ 1/2\ 1/2) \\ NH_4(0\ 0\ 1/2), & (0\ 1/2\ 3/4) & \text{et plus} & (1/2\ 1/2\ 1/2) \end{array}$$

L'oxygène est en position générale.

Pour obtenir ses coordonnées nous avons d'abord effectué une projection de Fourier sur le plan [001] : l'isomorphisme avec $PO_4H_2(NH_4)$ fournit les signes probables des facteurs de structure, dont les modules sont déterminés par photométrie des clichés : nous avons utilisé la technique des films multiples et la comparaison visuelle avec une échelle d'intensités ; les valeurs ainsi trouvées étant corrigées des facteurs d'absorption et de polarisation-Lorentz. Nous avons ainsi déterminé les valeurs de x et y. Les signes des facteurs de structure se sont révélés corrects. Pour raffiner ces coordonnées, nous avons effectué, autour de la position trouvée le calcul systématique, de millième en millième de maille, des facteurs de structure et du facteur résiduel $R = \Sigma||F_0|-|F_c||/\Sigma|F_0|$ où F_0 est le facteur de structure observé et F_c le facteur calculé. Nous nous sommes arrêtés aux valeurs de x et de y qui rendent R minimum. Ce sont $x = 0,086$, $y = 0,162$ avec $R = 0,13$.

Pour déterminer z nous sommes partis de la longueur présumée de la liaison As — O = 1,75 Å et nous avons repris le même procédé de minimisation de R par calcul des facteurs de structure autour de la position initialement obtenue. Nous avons $z = 0,136$ avec $R = 0,12$.

Ceci nous donne donc pour $AsO_4H_2(NH_4)$:

$$a = 7,70\ \text{Å}, \qquad c = 7,73\ \text{Å} ;$$
$$x = 0,086, \qquad y = 0,162, \qquad z = 0,136.$$

La longueur de la liaison As-O est de 1,76 Å. La distance des deux oxygènes, du tétraèdre AsO_4 ayant même cote est de 2,82 Å. Celle des oxygènes de cotes différentes 2,90 Å. La longueur des liaisons hydrogènes existant entre les ions AsO_4 est de 2,53 Å.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la nature de certains « équilibres » dans le système cérium-hydrogène. Essai d'interprétation.* Note (*) de M. **Halim J. Albany**, présentée par M. Paul Pascal.

Les systèmes binaires non-stœchiométriques métal-gaz en général et métal-hydrogène en particulier, ont été l'objet de nombreuses recherches expérimentales. Un certain nombre d'auteurs [1] ont d'autre part, par des considérations de mécanique statistique, établi des relations pression-

température-composition qui se sont, pour différents systèmes, trouvées en accord assez satisfaisant avec les résultats expérimentaux. Des divergences d'interprétation subsistent cependant.

Ainsi, dans le cas du système palladium-hydrogène, Lacher considère l'interaction entre atomes d'hydrogène occupant des positions interstitielles dans le réseau métallique. Anderson envisage le problème sous l'angle plus général de l'interaction entre défauts du même type (défauts Schottky ou atomes interstitiels). Rees admet que la solution solide présente un caractère interstitiel et souligne l'influence des défauts sur le taux d'absorption. Libowitz traite le problème du point de vue ionique, et considère l'interaction, soit entre lacunes (vacances) d'hydrogène, soit entre atomes ou ions métalliques en position interstitielle.

En même temps qu'il a été possible de rendre compte des isothermes pression-composition de tels systèmes sur la base d'une interaction entre atomes interstitiels non métalliques ou entre défauts, il est apparu nécessaire de considérer l'influence des défauts sur la solubilité maximum, comme cela fut envisagé pour le système zirconium-hydrogène [2] : si à chaque atome métallique il est permis de rattacher un certain nombre de sites susceptibles d'être occupés par l'hydrogène, des lacunes par exemple de tels atomes réduisent alors le nombre de ces positions et la quantité d'hydrogène absorbable s'en trouve par conséquent diminuée.

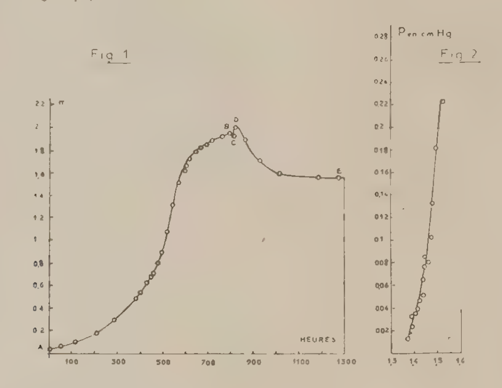
De telles considérations permettent de rendre compte de certaines observations concernant le système cérium-hydrogène; ces observations ont été faites au cours d'une étude sur la cinétique d'hydruration du cérium. Elles concernent deux réactions [3] effectuées, l'une à température ambiante et l'autre à 100° C : dans chacune d'elles, l'échantillon de cérium, sous forme de poudre, est mis en présence d'un excès d'hydrogène; la transformation évoluant à volume constant présente l'allure sigmoïde.

Dans la seconde expérience, au moment où la composition atteint $CeH_{1,94}$, sous une pression de 3,05 cm Hg, la température de l'échantillon est portée à 300° C et y est maintenue : une désorption est alors observée, suivie d'une absorption à laquelle succède une nouvelle désorption qui prend fin au point E (*fig.* 1), de coordonnées $n = 1,55$ et $p = 5,35$ cm Hg. Le même phénomène encore plus accentué, a lieu dans la première expérience à la suite de l'élévation de température. Les points d' « équilibre » se rapportant à la désorption de l'échantillon à partir de la composition $CeH_{1,55}$, la désorption étant effectuée à 300° C par abaissement, après chaque équilibre, de la pression régnant dans l'enceinte, sont donnés par la figure 2.

Différentes remarques s'imposent. La branche BC (*fig.* 1) qui caractérise le premier effet de l'élévation de température, correspondrait à une désorption des zones périphériques fortement hydrurées des grains; la branche CD serait due à la prépondérance initiale de l'absorption par des

zones internes des grains sur le phénomène fondamental de la désorption finale (branche DE).

Les coordonnées n et p du point E, ainsi que celles qui représentent l' « équilibre » final de la désorption dans la première expérience, diffèrent nettement des résultats d'équilibres réels obtenus dans une série parallèle d'expériences et qui sont en général en assez bon accord avec les isothermes de Mulford et Holley [4].



Il y a lieu de remarquer que l'allure de la courbe de la figure 2 est tout à fait comparable à une branche d'isotherme de la région bivariante s'étendant au-delà du palier de limite supérieure CeH_2 environ, mais ayant subi une quasi-translation la situant dans le domaine des compositions inférieures à $n = 2$. Une telle constatation conduit à affirmer que l'état stationnaire au point E ne constitue pas un état d'équilibre réel.

Enfin, la désorption finale (branche DE) résulterait de la prépondérance prise par la formation de lacunes, de tels défauts étant considérés comme plus probables que les défauts d'atomes interstitiels dans le cas de réseaux compacts. Cette formation de lacunes est attribuée principalement à l'influence de l'élévation de la température sur les imperfections de réseaux, et plus particulièrement ici sur les dislocations, par suite de l'évolution à caractère plastique de ce système. Il est démontré que les dislocations sont susceptibles de provoquer la formation de lacunes en assez grand nombre [5]. Dans les transformations décrites, il y a lieu de présumer que l'hydrogène a pu occasionner l'ancrage de dislocations; celles-ci se libéreraient de leurs nuages sous l'action de l'énergie thermique fournie par l'élévation de température, entraînant la formation de lacunes et la désorption d'hydrogène, et conduisant ainsi à l'état stationnaire indiqué.

Dans le système cérium-hydrogène, de réseau cubique à faces centrées, à chaque atome de cérium sont rattachés 14 sites susceptibles d'être occupés par l'hydrogène; en admettant qu'à un atome placé en surface

correspondent en moyenne quatre sites, la formation d'un défaut Schottky détruirait dix sites possibles. Si la différence existant entre la composition théorique maximum CeH_3 et la composition à la saturation, CeH_{n_s}, à une température donnée, est attribuée à des lacunes d'atomes de cérium, on peut alors écrire

$$3 - n_s \doteq 10\frac{L}{A}, \tag{1}$$

A désignant le nombre d'atomes de cérium dans le réseau et L le nombre de lacunes. Le rapport L/A pour un équilibre réel à 300° C est d'environ $2,2.10^{-2}$. D'après le pseudo-équilibre caractérisé par le point E, ce rapport aurait une valeur six fois plus élevée, ce qui exclut la possibilité d'une répartition de défauts thermiquement en équilibre dans la masse du métal. Dans le même ordre d'idées, l'énergie de formation E_L d'un défaut Schottky est donnée par la relation

$$L = A \exp\left(-\frac{E_L}{kT}\right),$$

où k est la constante de Boltzman et T la température absolue, soit en tenant compte de (1) :

$$E_L = kT \ln \frac{10}{3 - n_s}.$$

La valeur de E_L est d'environ 4,3 kcal/at-g d'après l'équilibre réel à 300° C, alors qu'elle est estimée, d'après l'état stationnaire représenté par le point E, inférieure à 1 kcal/at-g.

On est ainsi amené à admettre que seule une couche externe des grains riches en défauts et en hydrogène serait en équilibre avec le gaz à la pression élevée régnant dans l'enceinte. Du fait de l'existence, avant l'élévation de la température, d'un gradient de concentration en hydrogène dans la masse, il n'est pas exclu d'envisager une diffusion préférentielle des défauts, contribuant à créer les zones plus riches en lacunes.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) J. R. Lacher, *Proc. Roy. Soc.*, 161, 1937, p. 525; J. S. Anderson, *Proc. Roy. Soc.*, 185, 1946, p. 69; A. L. G. Rees, *Trans. Faraday Soc.*, 50, 1954, p. 335; G. Libowitz, *J. Chem. Phys.*, 27, 1957, p. 514.

(2) S. L. H. Martin et A. L. G. Rees, *Trans. Faraday Soc.*, 50, 1954, p. 343.

(3) H. J. Albany et R. Viallard, *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 948.

(4) R. N. R. Mulford et C. E. Holley, *J. Phys. Chem.*, 59, 1955, p. 1222.

(5) F. Seitz, *Adv. in Phys.*, 1, 1952, p. 43.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination de la constante d'acidité des couples acide base par spectrophotométrie dans l'ultraviolet.* Note (*) de MM. **Pierre Romain** † et **Jean Claude Colleter**, présentée par M. René Fabre.

Méthode nouvelle de détermination des constantes d'acidité par spectrophotométrie dans l'ultraviolet. Application à la détermination des constantes d'acidité de quelques molécules d'intérêt thérapeutique.

En solution aqueuse l'équilibre acide-base :

$$AH \rightleftharpoons A^- + H^+$$

est défini par la constante

(1) $$K_a = \frac{|A^-|\,|H^+|}{|AH|}.$$

Si l'on désigne par C_A la concentration totale de l'acide introduit dans le milieu réactionnel

(2) $$C_A = |AH| + |A^-|$$

on peut calculer la concentration en ion A^- :

(3) $$|A^-| = C_A\left(1 + \frac{|H^+|}{K_a}\right)^{-1}.$$

Le calcul de la constante K_a peut être réalisé à partir des données fournies par toute méthode physique permettant de déterminer la concentration en A^- à un facteur près.

La spectrophotométrie conduit à des résultats précis selon une technique simple et rapide.

Bases théoriques de la méthode. — 1° *Calcul de la densité optique en fonction des caractères physicochimiques du milieu réactionnel.*

On suppose vérifiée la loi de Berr-Lambert et que AH et A^- absorbent la radiation choisie. La densité optique de la solution s'exprime

(4) $$D_\lambda = \varepsilon_{\lambda(1)}|AH| + \varepsilon_{\lambda(2)}|A^-|.$$

On élimine |AH| entre les expressions (2) et (4) :

$$D_\lambda - \varepsilon_{\lambda(1)} C_A = (\varepsilon_{\lambda(2)} - \varepsilon_{\lambda(1)}).|A^-|$$

et l'on remplace $|A^-|$ par sa valeur (3)

(I) $$D_\lambda - \varepsilon_{\lambda(1)} C_A = (\varepsilon_{\lambda(2)} - \varepsilon_{\lambda(1)})\, C_A\left(1 + \frac{|H^+|}{K_a}\right)^{-1}.$$

2° *Détermination de la constante d'acidité et des coefficients d'absorption.* — Dans l'expression (I) figurent trois inconnues K_a, $\varepsilon_{\lambda(1)}$, $\varepsilon_{\lambda(2)}$. On mesure la

densité optique et le pH de trois solutions qui diffèrent uniquement par leur concentration en ion $|H^+|$, et l'on obtient un système de trois équations à trois inconnues. On affecte des indices 1, 2, 3 les grandeurs se rapportant à ces solutions de pH croissant :

(5) $$D_1 - \varepsilon_{\lambda(1)} C_A = C_A(\varepsilon_{\lambda(2)} - \varepsilon_{\lambda(1)}) \left(1 + \frac{|H^+|_1}{K_a}\right)^{-1},$$

(6) $$D_2 - \varepsilon_{\lambda(1)} c_A = c_A(\varepsilon_{\lambda(2)} - \varepsilon_{\lambda(1)}) \left(1 + \frac{|H^+|_2}{K_a}\right)^{-1},$$

(7) $$D_3 - \varepsilon_{\lambda(1)} c_A = c_A(\varepsilon_{\lambda(2)} - \varepsilon_{\lambda(1)}) \left(1 + \frac{|H^+|_3}{K_a}\right)^{-1}.$$

Calcul de K_a. — Le calcul conduit aux expressions suivantes que nous désignerons par M :

(8) $$\frac{D_3 - D_2}{D_2 - D_1} \frac{|H^+|_2 - |H^+|_1}{|H^+|_3 - |H^+|_1} = \left(1 + \frac{|H^+|_2}{K_a}\right)\left(1 + \frac{|H^+|_3}{K_a}\right)^{-1} = M.$$

Les valeurs expérimentales de D et de $|H^+|$, introduites dans le premier membre de l'équation, donnent la valeur numérique de M. La constante K_a s'exprime

(II) $$K_a = \frac{|H^+|_2 - M\,|H^+|_3}{M - 1}.$$

Calcul de $\varepsilon_{\lambda(1)}$. — Si l'on veut bien considérer, d'après les expressions précédentes (6), (7) et (8) que

$$M = \frac{D_3 - \varepsilon_{\lambda(1)} C_A}{D_2 - \varepsilon_{\lambda(1)} C_A},$$

le calcul du coefficient d'absorption $\varepsilon_{\lambda(1)}$ se trouve facilité :

$$\varepsilon_{\lambda(1)} = \frac{MD_2 - D_3}{M - 1} \frac{1}{C_A}.$$

Calcul de $\varepsilon_{\lambda(2)}$. — On pose $\Delta_3 = D_3 - \varepsilon_{\lambda(1)} C_A$.

Compte tenu de l'équation (8) l'élimination de $K_{a(1)}$ entre (6) et (7) conduit à l'expression

$$\varepsilon_{\lambda(2)} - \varepsilon_{\lambda(1)} = \frac{|H^+|_2 - |H^+|_3}{|H^+|_2 - M\,|H^+|_3} \frac{\Delta_3}{C_A}.$$

Remarques. — 1° Le calcul montre que, dans certains cas, une détermination plus rapide de $\varepsilon_{\lambda(1)}$ est possible : lorsque le pK_a de l'équilibre acide-base étudié est assez élevé, on peut choisir $|H^+|_1$ suffisamment grand devant $|H^+|_2$ et devant $|H^+|_3$ pour que M tende vers la limite

$$M_{\text{limite}} = \frac{D_3 - D_1}{D_2 - D_1}.$$

La valeur du coefficient d'absorption $\varepsilon_{\lambda(1)}$ se simplifie : $\varepsilon_{\lambda(1)} = D_1/C_A$. On

vérifie expérimentalement que la densité optique de certaines solutions très acides est indépendante de pH.

2° *Cas des polyacides.* — Le raisonnement précédent s'applique à la détermination des constantes d'acidité successives des polyacides.

APPLICATION DE LA MÉTHODE. — *Détermination des constantes d'acidité de quelques molécules d'intérêt thérapeutique.* — L'étude de l'acide para-amino salicylique, de la vitamine B_6, de la phényl-1, diméthyl-2.3 pyrazolone-5 (antipyrine) et de la phényl-1 méthyl-3 pyrazolone-5, (antipyrine déméthylée) nous a permis de préciser les conditions expérimentales de détermination des pK_a par spectrophotométrie dans l'ultraviolet. Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau suivant :

		$pK_{a(1)}$.	$pK_{a(2)}$.	$pK_{a(3)}$.
P. A. S.	....	1,8 ± 0,05	3,65 ± 0,05	14 ± 0,5
	(1)	2,08	4,08	13,74
Vitamine B_6	....	4,74 ± 0,03	9,4 ± 0,5	–
	(2)	2,5	5,6	9,3
Antipyrine	....	1,10 ± 0,05	–	–
Phényl-1 méthyl-3 pyrazolone-5.		1,05 ± 0,05	–	–

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) A. ÅGREN, *Acta Chem. Scand.*, 9, 1955, p. 39.

(2) P. JACQUES, *Thèse Doctorat Pharmacie* (Université), Strasbourg, 1957.

(*Laboratoire de Chimie analytique, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Bordeaux.*)

PHYSIQUE DU MÉTAL. — *Étude des propriétés mécaniques et de la rupture fragile de l'acier doux.* Note (*) de MM. **John Barry Lean**, **Jean Plateau** et **Charles Crussard**, présentée par M. Georges Chaudron.

Étude expérimentale et théorique des propriétés mécaniques à froid de l'acier extra-doux. Calcul de la limite élastique supérieure et de la longueur critique des bandes de Piobert-Lüders. La formation de telles bandes, dans les conditions de nos essais, précède toujours la rupture fragile, qui se produirait quand la déformation plastique y dépasse une valeur critique.

Sur de l'acier extra-doux contenant 0,07 % de carbone, des essais de traction effectués jusqu'à — 210° C et à des vitesses d'allongement comprises entre $1{,}4.10^{-5}$ s et $3{,}2.10^{-1}$ s nous ont permis d'étudier avec précision les variations des caractéristiques mécaniques. Nous avons essayé de les expliquer théoriquement.

Limite élastique. — Pour calculer la limite élastique supérieure, nous avons admis le résultat établi expérimentalement par Hollomon et Zener (1) et théoriquement par Cottrell et Bilby (2), selon lequel elle survient

pour une valeur critique, c, du paramètre :

$$(1) \qquad \dot{\varepsilon}\, e^{\frac{Q}{RT}},$$

où $\dot{\varepsilon}$ représente la vitesse d'allongement, T la température absolue, R la constante des gaz parfaits et Q la chaleur d'activation nécessaire pour séparer une ligne de dislocation de son nuage d'impuretés.

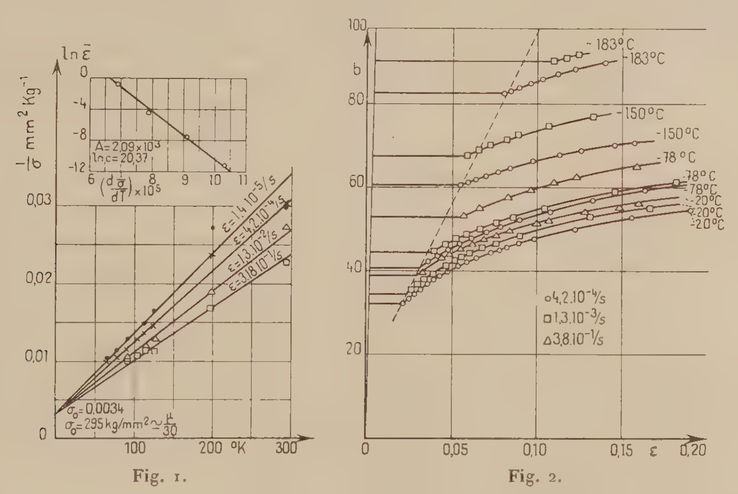


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Variation de l'inverse de la limite élastique supérieure en fonction de la température absolue, pour différentes vitesses d'allongement.

Fig. 2. — Courbes rationnelles de traction pour différentes conditions expérimentales.

Pour évaluer Q, nous supposons que le réseau de Frank-Read s'est formé à haute température et que, dans le domaine des températures d'essai, une ligne de dislocations ne peut échapper à son nuage sans contrainte extérieure. D'autre part, nous admettons qu'il existe une contrainte critique σ_0 sous laquelle une boucle échappe à son nuage sans intervention de l'agitation thermique. En introduisant cette contrainte critique dans une théorie du genre de celle de Fisher [3], nous représentons, pour les contraintes intermédiaires, la chaleur d'activation Q par une expression de la forme

$$(2) \qquad Q = A\left(\frac{\sigma_0}{\sigma} - 1\right),$$

où A est une constante.

Les équations (1) et (2) conduisent à la relation (3), valable si σ représente la limite élastique supérieure :

$$(3) \qquad \frac{1}{\sigma} = \frac{RT}{A\sigma_0}(\ln c - \ln \dot{\varepsilon}) + \frac{1}{\sigma_0}.$$

La figure 1 montre que cette relation est bien vérifiée par l'expérience, et indique les valeurs numériques des constantes qui y interviennent.

Allongement du palier. — Considérons la croissance d'une bande de Piobert-Lüders à travers la section de l'éprouvette. Pour une augmentation infinitésimale de la longueur de la bande, on peut évaluer d'une part le travail des contraintes extérieures qui favorise la croissance et, d'autre part, la variation d'énergie quasi superficielle qui s'y oppose et qui est due à l'augmentation de l'aire de la couche de passage, où s'empilent des dislocations, entre la bande et la zone non déformée. En écrivant que ces deux incréments sont égaux, on obtient la valeur de la longueur critique d'une bande de Piobert-Lüders :

$$l_c = \text{Cte}\,\frac{n}{(\sigma - \sigma_1)}, \qquad (4)$$

expression dans laquelle σ représente la contrainte appliquée, σ_1 une constante et n le nombre de boucles de dislocation émises par chaque source active produisant des empilements.

Pour un type d'éprouvette donné, on peut admettre que ce sont des facteurs géométriques qui commandent la longueur à partir de laquelle la croissance d'une bande de Piobert-Lüders se poursuit toute seule, c'est-à-dire la longueur critique l_c; celle-ci, donc aussi le rapport $n/(\sigma-\sigma_1)$, serait ainsi indépendante de la vitesse et de la température. Or n est proportionnel à l'allongement dans les bandes de Piobert-Lüders, qui est peu différent de l'allongement moyen de l'éprouvette à la fin du palier. D'après la relation (4), pour un même métal et des vitesses et températures variées, l'allongement à la fin du palier, ε_p, doit donc être proportionnel à la limite élastique inférieure. Ce résultat est bien vérifié par l'expérience, comme le montre la figure 2.

Rupture fragile. — L'étude de la *bimodalité* qui se manifeste à basse température dans les éprouvettes lisses et les éprouvettes entaillées [4] et l'observation des ondes sonores prenant naissance dans le métal au cours d'un essai de traction [5] permettent de conclure que dans nos essais, même pour les modes de ruptures les plus fragiles, la rupture est toujours précédée par la formation de bandes de Piobert-Lüders. D'autre part, nous avons déterminé les chaleurs d'activation apparentes pour les limites élastiques supérieure et inférieure, l'allongement du palier et la température de transition de ductilité. Elles varient à peu près proportionnellement à la température absolue. A une température donnée, les chaleurs d'activation apparentes relatives à la température de transition de ductilité et à l'allongement du palier diffèrent peu. Elles sont plus faibles que celles relatives aux limites élastiques. Ces résultats donnent à penser que la rupture fragile est commandée par un mécanisme lié plus directement

à l'allongement du palier qu'aux valeurs des contraintes. S'il en est ainsi, l'allongement à la fin du palier, quelles que soient les conditions de l'essai (vitesse et température) ne peut dépasser une valeur critique ε_c, correspondant aux conditions de rupture. C'est bien ce qu'on observe expérimentalement, ε_c étant de l'ordre de 10 %.

La distribution statistique des allongements de palier, gaussienne à 20° C d'après nos observations, doit être tronquée à basse température par la valeur critique ε_c. Comme l'allongement dans les premières bandes de Piobert-Lüders est sensiblement le même que l'allongement d'ensemble du palier (lorsque celui-ci peut se produire), ou bien la valeur ε_c est atteinte dès les premières bandes (rupture après déformation d'ensemble négligeable), ou bien on atteint à peu près la fin du palier. Effectivement, nous avons observé une bimodalité très marquée des allongements de rupture, qui à certaines températures sont, ou bien très faibles, ou bien groupés autour de valeurs notables ([4]).

Le rôle déterminant de l'allongement critique ε_c pour l'apparition de la rupture peut s'expliquer de deux façons :

— Si l'amorçage de la rupture apparaît dans la couche de passage entre bande de Lüders et matrice non déformée, il se peut que dans cette zone, qui se propage avec une très grande célérité comme une onde de choc, certains grains présentent un temps d'incubation pour l'écoulement plastique tel qu'ils atteignent élastiquement des déformations de l'ordre de 10 %, ce qui est suffisant pour déclencher le clivage;

— Si ce mécanisme ne joue pas, l'amorçage ne peut se faire que dans des zones de forte hétérogénéité des contraintes, à l'échelle du grain, comme il en apparaît sans doute pour des allongements de l'ordre de 10 % ([6]).

(*) Séance du 20 octobre 1958.

([1]) C. ZENER et J. HOLLOMON, *Met. Techn.*, décembre 1944, p. 44.

([2]) A. COTTRELL et B. BILBY, *Proc. Phys. Soc.*, 62 A, 1949, p. 49.

([3]) J. FISHER, *Trans. A. S. M.*, 47, 1955, p. 451.

([4]) J. B. LEAN et J. PLATEAU, *Comptes rendus*, 247, 1958, p.

([5]) J. B. LEAN, J. PLATEAU, C. BACHET et C. CRUSSARD, *Comptes rendus*, 246, 1958, p, 2845.

([6]) C. CRUSSARD, J. PLATEAU, et Y. MORILLON, *Colloque I. U. T. A. M.*, Madrid, 1955, p. 117.

(*Institut de Recherches de la Sidérurgie, Saint-Germain-en-Laye.*)

MÉTALLOGRAPHIE. — *Sur le durcissement structural des alliages aluminium-nickel.* Note de MM. **Henry Martinod** et **Jean Calvet**, transmise par M. Maurice Roy.

L'étude par la dureté de l'évolution des alliages binaires Al-Ni trempés puis maintenus longtemps en condition isotherme montre qu'il s'agit d'un phénomène particulièrement lent et qui conserve le même aspect général dans un grand intervalle de température. Parmi les additions supplémentaires essayées le fer a, déjà à faible dose, une action inhibitrice très importante.

Aucune publication n'ayant été faite sur le durcissement des alliages aluminium-nickel il a semblé utile de combler cette lacune.

On a d'abord étudié le durcissement d'une série étendue de tôles d'alliages binaires contenant 0,005, 0,01, 0,025, 0,0375, 0,05, 0,075, 0,10, 0,20, 0,50 et 1 % Ni. La figure 1 montre le réseau des courbes donnant l'augmentation de la dureté Brinell en fonction de la durée de revenu isotherme pour l'alliage à 0,0375 % Ni trempé rapidement dans l'eau à 25° à partir de 635° (la teneur choisie correspond à la saturation en nickel à 635°). Le durcissement maximum est à peu près le même à 175°, 200 et 225°. Il est inaccessible à l'expérience à 150° et au-dessous, et on ne peut déceler le moindre accroissement de la dureté dans des essais prolongés 20 000 h à 50° et 30 000 h à 25°. Le ramollissement, encore lent à 225°, est à peine de 10 % après 26 000 h à 200°.

La précipitation se développe sous forme visible avec une lenteur extrême; ainsi à 300° elle ne devient décelable au microscope électronique qu'après 30 jours environ et les précipités sont encore très petits après 404 jours.

Par comparaison avec les alliages binaires d'aluminium à durcissement important on peut faire deux remarques :

1° Dans le cas actuel les courbes sont particulièrement simples puisqu'aucune ne présente d'anomalie sauf, peut-être, une amorce d'inflexion à 150°; de plus on passe d'une courbe à la suivante par une transition continue. On peut donc penser que l'ensemble traduit l'influence de la température sur l'évolution d'un phénomène sans complexité excessive et qui demeure sensiblement le même dans tout l'intervalle de température où il se produit.

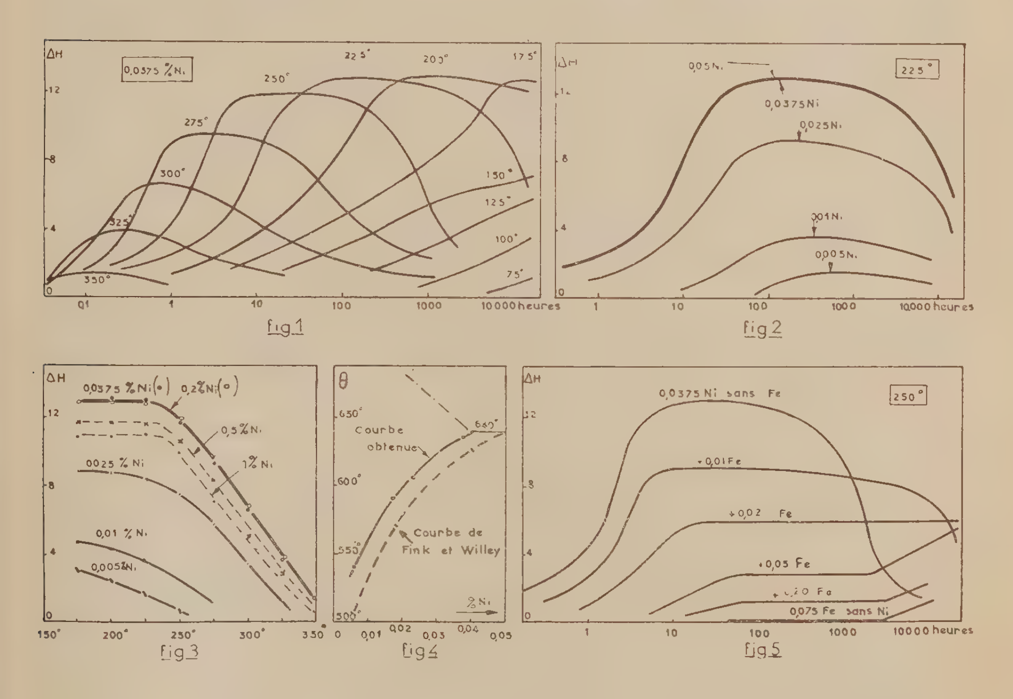
2° Dans les alliages Al—Ni les changements dans la dureté s'établissent lentement. Ainsi pour obtenir le durcissement maximum, puis pour que le ramollissement atteigne la moitié de sa grandeur finale il faut environ :

	A 225°.	A 250°.
Dans l'alliage à 6 % Cu trempé à 540°	4 h et 55 h	1 h 30 mn et 20 h
» » à 1,8 % $SiMg_2$ trempé à 590°	25 mn et 6 h	6 mn et 4 h 30 mn
» » à 0,0375 % Ni trempé à 635°	100 h et 15 000 h	12 h et 1 000 h

L'alliage à 0,375 % Ni trempé à l'eau à partir de 635° a les caractéristiques suivantes :

	Dureté Brinell.	Limite élastique (kg/mm^2).	Charge de rupture (kg/mm^2).	Allongement (%).
Après trempe	16,9	1,5	5,5	37
Au maximum des propriétés à 200° (28 jours)	29,9	5,5	8,9	19
Après un an à 200°	29,3	5,3	8,6	20

Les conditions de trempe, dans l'eau, dans l'huile, ou par simple refroidissement à l'air libre, n'ont pas d'influence sensible; dans le dernier cas on a tout au plus un léger retard au début du durcissement.



L'augmentation de la teneur en nickel entre 0,05 et 0,2 % n'a pratiquement aucun effet; par contre, pour 0,5 et 1 %, si l'allure générale des courbes se conserve, le durcissement devient un peu plus faible et un peu moins stable. Au-dessous de 0,0375 % la vitesse et l'intensité du durcissement diminuent avec la teneur (*fig.* 2). De plus, dans les alliages de moins en moins concentrés, le maximum de dureté est atteint à une température de plus en plus basse (*fig.* 3).

Le durcissement diminue rapidement dans les alliages binaires saturés quand la température de trempe est abaissée et il est déjà presque nul pour une trempe à 540°.

De l'ensemble des mesures de durcissement on a déduit une courbe de solubilité à l'état solide (*fig.* 4) un peu différente de celle de Fink et Willey [1].

Parmi toutes les additions supplémentaires essayées le fer a une action très importante. L'effet de cet élément, introduit à dose croissante dans l'alliage à 0,0375 % Ni, sur le durcissement à 250°, est visible dans la figure 5. Les micrographies montrent que le fer agit, dès la moindre trace, par un mécanisme de blocage, en mettant hors de solution du nickel par formation d'une phase ternaire très peu soluble. Cette phase existe déjà en quantité appréciable pour 0,01 % Fe dans l'alliage trempé à 635°. Pour l'essentiel donc une quantité moindre de nickel restant disponible pour le durcissement, celui-ci devient moins rapide et moins important à mesure qu'on ajoute du fer. Mais, de plus, ce dernier agit par sa présence en solution solide à 250° et c'est probablement ce qui conduit à un accroissement de stabilité du durcissement par le nickel devenu plus faible. Le fer agit aussi par sa différence de solubilité entre 635 et 250°, ce qui provoque l'apparition du phénomène peu important et tardif de durcissement par le fer lui-même. Enfin, toujours pour cette même raison qu'ajouter du fer c'est diminuer le nickel actif, la température la plus élevée à laquelle peut se faire le durcissement maximum s'abaisse de 225 à 200°, puis à 175°, pour des titres en fer croissants : on retrouve ici l'effet observé dans la figure 3.

Le fer ne peut bloquer assez de nickel, pour en diminuer la quantité dissoute quand il est en présence d'un gros excès (par exemple 0,5 % Ni, 0,1 % Fe); il n'a plus alors d'action notable sur le durcissement par le nickel et l'on n'observe plus son durcissement propre.

Les autres additions essayées n'ont presque pas d'effet à des teneurs de l'ordre de 0,1 %. Le silicium accélère le durcissement sans changer son intensité, mais diminue sa stabilité. Mn et Mg ne modifient pas la vitesse mais diminuent un peu l'intensité. Cu, Zn, Ti et Zr n'ont pas d'action appréciable. Par contre, 1 % Mg accélère un peu le durcissement par le nickel mais le diminue fortement (de 60 à 70 %).

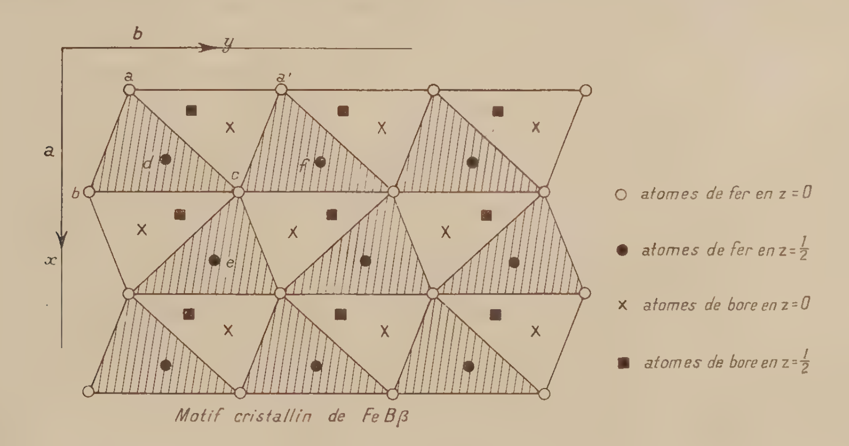
(1) Fink et Willey, *Trans. Amer. Inst. Min. Met. Eng.*, **111**, 1934, p. 298.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une modification structurale du borure de fer* FeB. Note (*) de M. **Robert Fruchart**, présentée par M. Georges Chaudron.

Le borure de fer FeB obtenu par fusion présente une symétrie orthorhombique (1), (2) : c'est un composé ferromagnétique dont le point de Curie se situe à 309° et qui ne présente pas d'écart sensible à la composition stœchiométrique. Préparé par diffusion de bore dans le fer à des tempé-

ratures inférieures à 1000° C, le composé FeB donne un diagramme X sensiblement différent de celui du même corps préparé vers 1200°, alors que le point de Curie reste fixe à 309°.

C'est ainsi qu'un échantillon obtenu à 750° présente un diagramme X qui se déduit de celui décrit par Bjurström et Arnfelt [1] par la suppression d'un certain nombre de raies et l'apparition d'une raie nouvelle qu'on ne peut affecter d'indices de Miller entiers [3] : nous désignerons cette forme par α, la forme β étant obtenue à haute température. Les préparations conduites entre 750 et 1200° donnent un mélange des deux formes α et β.



Motif cristallin de FeBβ

La forme α se transforme irréversiblement en la forme β sous l'effet d'un chauffage prolongé au-delà de 750° : la transformation se fait très vite au-delà de 1000°. Un excès de bore favorise la formation de la forme α et ralentit considérablement le passage de α à β.

L'irréversibilité de la transformation, la stabilité du point de Curie nous ont permis d'éliminer la possibilité d'une surstructure et nous ont conduit à l'interprétation suivante :

Le motif cristallin de FeB (voir *fig.*) est constitué d'atomes de fer disposés aux sommets de prismes trigonaux. Ces prismes s'empilent suivant la direction de l'axe *c*, formant ainsi des « canaux » de section triangulaire dans lesquels alternativement prennent place soit des alignements d'atomes de fer à raison de 1 atome de fer par prisme, soit des chaînes de bore à raison de 2 atomes de bore par prisme trigonal.

Pour tenir compte des variations d'intensité de raies de diffraction entre les formes α et β, on doit admettre un arrangement différent des atomes de fer, car ces atomes interviennent pratiquement seuls dans la diffraction. Cependant, les propriétés communes aux deux formes : même point de Curie, égalité de nombreuses distances réticulaires, le caractère continu

de la transformation laissent penser que le passage de la forme α à la forme β se fait par un mécanisme progressif qui ne perturbe pas les distances fer-fer et même fer-bore. La finesse des raies de diffraction montre dans les deux formes une organisation cristalline à grande distance vis-à-vis des dimensions de la maille élémentaire.

On peut remarquer que les atomes de bore (voir *fig.*) occupent des prismes trigonaux (projection *aa'c*) à raison de 2 atomes de bore par prisme. Des prismes absolument identiques (projection *abc*) contiennent des atomes de fer à raison de 1 atome de fer par prisme. Cette organisation laisse une possibilité d'échange de position entre 1 atome de fer et 2 atomes de bore voisins sans modification des distances interatomiques fer-fer.

L'existence d'un centre de symétrie fait qu'il n'existe qu'une sorte d'atome de fer dans le motif cristallin, n'importe quel atome de fer occupe une position semblable par rapport aux 6 atomes de fer qui l'entourent pour former un prisme trigonal. Il en résulte qu'on peut étendre cette possibilité d'échange de 2 atomes de bore à 1 atome de fer quelconque.

Si l'on tient compte de la tendance des atomes de bore à former des chaînes [3], [4], on pourrait admettre que cette tendance est contrariée dans la forme α et se satisfait progressivement au cours du passage $\alpha \rightarrow \beta$. Autrement dit, la forme α serait le résultat d'imperfections cristallines dans lesquelles les chaînes d'atomes de bore au lieu de se développer longuement seraient interrompues et remplacées dans un « canal » par des atomes de fer alignés, et réciproquement. Les chaînes bore-bore qui succèdent aux empilements d'atomes de fer seraient de dimensions très réduites dans la forme α. A la faveur d'une augmentation de l'énergie d'agitation thermique et sous l'effet de la tendance des atomes de bore à s'organiser en chaînes il y aurait diminution progressive du nombre de défauts d'empilement, ce qui reviendrait à un allongement progressif des chaînes de bore.

Ce mécanisme expliquerait le fait que la forme α est une forme transitoire qui évolue d'autant plus rapidement qu'elle est portée à plus haute température. Le passage $\alpha \rightarrow \beta$ est irréversible par le fait que la forme α est dans un état d'énergie moindre. Cette hypothèse interprète les faits structuraux et la stabilité du point de Curie.

Ce type d'évolution cristalline assez rare, se retrouve avec les mêmes caractères dans MnB qui est isotype de FeB [3].

(*) Séance du 27 octobre 1958.

[1] Bjurström et Arnfelt, *Z. Phys. Chem.*, B 4-4, 1929, p. 69.

[2] Hendricks et Kosting, *Z. Krist.*, 74, 1930, p. 511.

[3] R. Fruchart, *Thèse*, Lille, 1958.

[4] Kiessling, *Acta Chem. Scand.*, 4, 1950, p. 209-227.

(*Laboratoire de Chimie V, Faculté des Sciences, Paris.*)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Les possibilités d'une méthode de préparation d'α-amino-époxydes.* Note (*) de M. **Charles Glacet** et Mme **Francine Blanchard-Bielli**, présentée par M. Marcel Delépine.

La préparation d'un α-aminoépoxyde par réaction entre une amine et un hémiacétal est d'autant plus facile que l'amine est plus basique et que la fonction amine est moins encombrée.

L'une des méthodes de préparation des α-aminoépoxydes repose sur l'élimination d'eau entre un hémiacétal et une amine non tertiaire ou l'ammoniac :

$$\underbrace{(CH_2)_n-CHOH}_{O} + H-N\langle \;\rightarrow\; \underbrace{(CH_2)_n-CH}_{O}-N\langle + H_2O.$$

Cette méthode est assez générale; elle a permis obtenir une quinzaine d'aminoépoxydes dans des conditions satisfaisantes. Nous nous proposons ici d'en préciser les limites d'application en examinant les résultats obtenus par réaction entre un même hémiacétal, l'α-hydroxytétrahydropyranne, et des amines de types divers.

Pour rendre compte de la facilité de la réaction on peut utiliser le rendement optimum en aminoépoxyde. En général ce rendement est d'autant plus élevé que la réaction est plus rapide; en effet la formation d'aminoépoxyde est concurrencée par la résinification de l'hémiacétal, ce qui diminue le rendement en aminoépoxyde lorsque celui-ci se forme lentement.

On peut aussi déterminer approximativement la durée de la réaction en mesurant le temps pendant lequel le milieu réactionnel libère de l'eau.

Nous rappelons que le mode opératoire consiste simplement à mélanger les réactants, en refroidissant pour éviter une élévation de température parfois importante. On sature ensuite l'eau de réaction par addition de carbonate de potassium sec.

Lorsque la réaction n'est pas exagérément lente, on constate que le desséchant s'humecte d'abord rapidement, puis, dans un deuxième temps beaucoup plus long, il n'absorbe l'eau que très lentement ; si l'on distille à la fin de la première phase, le rendement en aminoépoxyde n'est que très légèrement inférieur au rendement optimum. Le temps pendant lequel le carbonate de potassium passe rapidement en solution aqueuse mesure donc pratiquement la durée de la réaction.

La détermination de ce temps de réaction est facilitée par la démixtion du mélange en trois couches ; la phase intermédiaire *n'apparaît qu'en fin de réaction*, elle ne représente qu'une très faible partie du système.

Nous avons déja signalé [(1), p. 576] que la basicité de l'amine favorise la

réaction; par exemple, l'amylamine ou la butylamine réagissent bien plus énergiquement que l'aniline ou la propargylamine.

La comparaison des temps de réaction entre la cyclohexylamine ou l'aniline et l'α-hydroxytétrahydropyranne met une fois de plus en évidence l'influence favorable de la basicité de l'amine. Ces deux amines ont à peu près même encombrement stérique, mais la cyclohexylamine [K_B [illegible]] [illegible] est bien plus basique que l'aniline. En condensant à 20° des quantités équimoléculaires d'hémiacétal et d'amine, nous avons obtenu l'aminoépoxyde avec un rendement de 90 % à partir de la cyclohexylamine, de 40 à 60 % en utilisant l'aniline; la réaction de la cyclohexylamine dure 1 h 45, celle de l'aniline, plus de 15 jours.

Nous avons maintenant acquis la certitude que cette réaction est sensible à l'empêchement stérique.

Dans une communication privée, M. le Professeur Riobé nous a fait part d'un insuccès dans une tentative de condensation de la diisopropylamine et de l'α-hydroxytétrahydropyranne; nous n'avons pas été plus heureux. D'autre part, il était apparu [illegible] que la méthylaniline [K_B 8,9.10^{-10} [illegible]], pourtant légèrement plus basique que l'aniline [K_B 4,80.10^{-10} [illegible]], réagit plus difficilement sur l'hémiacétal.

L'influence du facteur stérique est nettement mise en évidence en opposant à l'α-hydroxytétrahydropyranne l'amylamine, l'isopropylamine, l'éthylisopropylamine, la diisopropylamine. Ces quatre amines présentent des basicités légèrement croissantes, mais leur encombrement stérique augmente progressivement; nous constatons que la réaction est de plus en plus difficile.

Amine.	K_B.	Durée de la réaction à 20° (h).	Rendement en aminoépoxyde (%).
$n\,C_5H_{11}NH_2$	55.10^{-5} [2]	0,30	98-100
$(CH_3)_2CH-NH_2$	53.10^{-5} [2]	6,30	84
$(CH_3)_2CH$ / H_5C_2 > NH	135.10^{-5}	Non mesurable	15 % après 4 jours à 25°
$[(CH_3)_2CH]_2NH$	141.10^{-5} [2]	»	0

La préparation des α-aminoépoxydes par substitution d'un hémiacétal est donc d'autant plus facile que l'amine est plus basique et que la fonction amine est moins encombrée.

α-cyclohexylaminotétrahydropyranne. — $C_{11}H_{21}NO$: É[illegible] 124-5; n_D 1,48[illegible]; d [illegible]; F [illegible]; R. M. 54,05 (calculé 53,84). N % trouvé par acidimétrie 7,65, calculé, 7,64. L'hydrolyse fournit l'δ-hydroxypentanal, isolé à l'état de dinitro-2.4 phénylhydrazone (85 %), et la cyclohexylamine.

Le picrate de cyclohexylamine (80 % du benzène), identique à un échantillon authentique, fond à 151°; Brenet et Schnitzer [illegible] indiquent 157-158°.

Cyclohexylamino-5 pentanol-1. — $C_{11}H_{23}NO$. Obtenu (94 %) par hydrogénation sur nickel Raney de l'aminoépoxyde précédent en solution alcoolique N/3 en potasse. $É_{13}$ 164-165°, F 77°,6-77°,7 (du cyclohexane). N. L. Drake [6] signale F 79-80°,5. N % trouvé 7,53 pour 7,56 calculé.

Cyclohexyl-1 pipéridine. — $C_{11}H_{22}N$. Elle a été obtenue (transformé 80 %, Rdt 67 %) par déshydratation en phase liquide et sur alumine de l'ω-cyclohexylamino pentanol-1, ainsi que par condensation du dibromo-1.5 pentane et de la cyclohexylamine (Rdt 98 %). $É_{12}$ 105°; $n_D^{15,5}$ 1,4872, $d_4^{15,5}$ 0,9135; R. M. 52,54 (calculé 52,70). N % 8,35 (calculé 8,37). Picrate F 131°,5. Cette pipéridine a été préparée par de nombreux auteurs; seuls J. Bunnett et J. Marks [7] en indiquent l'indice et la densité qui diffèrent des valeurs que nous observons.

α-isopropylaminotétrahydropyranne. — $C_8H_{17}NO$: $É_{11}$ 61°; n_D^{17} 1,4462, d_4^{17} 0,901; R. M. 42,40 (calculé 42,20). N % 9,75 (calculé 9,79). L'hydrolyse le scinde en ω-hydroxypentanal et isopropylamine. L'hydrogénation sur nickel Raney le transforme en isopropylamino-5 pentanol-1 avec un rendement de 87 %.

Éthylisopropylamine. — $C_5H_{13}N$. Cette amine préparée par plusieurs auteurs reste mal connue; É 76° [8], É 67-70° [9]. Nous l'avons obtenue en hydrogénant sur nickel Raney, à 25° et sous pression atmosphérique, une solution d'éthanal monomère et d'un léger excès d'isopropylamine dans un volume d'eau. On salifie les bases, élimine les produits non azotés par distillation jusqu'à l'eau, puis extraction à l'éther. On reprend par un excès de potasse, distille grossièrement l'azéotrope qui est séché par reflux sur potasse. Isopropylamine transformée 70 %, Rdt 90 %.

$É_{761}$ 71°,1-71°,4, n_D^{20} 1,3908, d_4^{20} 0,710; R. M. 29,15 (calculé 28,90), N % trouvé 16,06 (calculé 16,07).

Le pK_H de cette base n'est supérieur que de 0,05 à celui de la diéthylamine [2], d'où pK_H 11,03 et pK_B 2,87 à 25°.

Oxalate acide de l'éthylisopropylamine. — $C_7H_{15}NO_4$: précipite quantitativement de l'alcool absolu. F 177°. Le dosage d'azote, effectué par l'acide perchlorique en solution acétique, donne la valeur théorique 7,91 %.

α-éthylisopropylaminotétrahydropyranne. — $C_{10}H_{21}NO$: $É_{13}$ 77°-78°, n_D^{24} 1,4470, d_4^{24} 0,892; R. M. 51,31 (calculé 51,76). N % 8,10 (calculé 8,18). L'hydrolyse acide conduit à l'ω-hydroxypentanal et à l'éthylisopropylamine.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) CH. GLACET, *Bull. Soc. Chim.*, 1954, p. 575-586.

(2) N. F. HALL et M. R. SPRINKLE, *J. Amer. Chem. Soc.*, 54, 1932, p. 3473.

(3) CH. GLACET et G. BONNEMAISON, *Comptes rendus*, 247, 1958, p. 307.

(4) G. BREDIG, *Z. Phys. Chem.*, 13, 1894, p. 295.

(5) *Monats. Chem.*, 68, 1936, p. 301.

(6) *J. Amer. Chem. Soc.*, 71, 1949, p. 455.

(7) J. Bunnett et J. Marks, *J. Amer. Chem. Soc.*, **71**, 1949, p. 1587.
(8) Schuftau, *Ber. d. chem. Ges.*, **27** B, 1894, p. 1009.
(9) Eli Lilly. et Cie, brevet anglais, n° **602.332**, 25 mai 1948.
(10) Les valeurs des K_B correspondent à une température de 25°.

(*Chimie générale et organique, Faculté des Sciences, Lille.*)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les pyridines à fonction acétylénique.* Note de M. **Marcel Miocque**, transmise par M. Marcel Delépine.

Le 4-picolyllithium préparé à l'aide du méthyllithium réagit normalement avec les halogénures d'alcynes, conduisant à des pyridines à chaîne acétylénique vraie en position 4. Quelques propriétés de ces composés nouveaux ont été étudiées : hydrogénation, hydratation de la triple liaison, et réaction de Mannich.

Alors que les bases pyridiques à chaîne latérale éthylénique sont communément décrites dans la bibliographie, on ne connaissait jusqu'à présent qu'un très petit nombre de pyridines à fonction acétylénique; elles avaient été isolées à l'occasion de diverses synthèses, et leur préparation ne faisait l'objet de nul travail systématique. Avec J. A. Gautier et I. Marszak, j'ai récemment montré(1) comment l'utilisation du picolyllithium était de nature à conduire, selon une méthode régulière et générale aux (2-pyridyl)-alcynes; ceux-ci prennent naissance avec des rendements satisfaisants, en opposant ce réactif aux halogénures acétyléniques.

La présente Note rend compte de la généralisation de ces acquisitions aux autres possibilités de substitution, et notamment aux dérivés en position 4.

Comme précédemment (1), le point de départ de ces synthèses réside dans les halogénures acétyléniques de formule $X—(CH_2)_n—C\equiv CH$, dont les termes $n=1, 3, 4, 9$ sont les plus aisément accessibles (2), (3), (4), et qu'on met à réagir avec le 4-picolyllithium.

Par rapport au travail précédent sur la série des (2-pyridyl)-alcynes, on observe ici deux différences essentielles : tandis que la préparation du 2-picolyllithium ne présente pas de difficulté, on sait, depuis Ziegler et Zeiser (5) que l'action du phényllithium sur la 4-picoline conduit, auprès du 4-picolyllitium attendu, à des produits de substitution sur le carbone 2- du noyau pyridique :

$$\underset{\text{(4-picoline, N)}}{CH_3\text{—}\pi} \xrightarrow{+C_6H_5Li} C_6H_6 + \underset{\text{(N)}}{CH_2Li\text{—}\pi} \xrightarrow{+C_6H_5Li} \underset{\text{(N)}}{CH_2Li\text{—}\pi\text{—}\varphi} + HLi$$

De fait, le premier essai d'alcynylation de la 4-picoline, tenté par Troyanowsky (6) avec le bromure de propargyle et le 4-picolyllithium, conduisit

cet auteur à un mélange de (4-pyridyl) 4-butyne-1 et de (phényl-2 pyridyl-4) 4-butyne-1, inséparables par distillation. Plus récemment, toutefois, Osuch et Levine ([7]) ont proposé une technique plus recommandable pour la préparation du 4-picolyllithium : elle consiste à utiliser le méthyllithium qui assure une lithiation normale du méthyle picolique, sans substitution parasite en position 2. Retenant ce protocole, j'ai préparé le méthyllithium par action de l'iodure de méthyle sur le lithium dans l'éther anhydre, et lui ai ensuite ajouté la 4-picoline, et finalement l'halogénure acétylénique. Après destruction des composés lithiques par l'eau, extraction, et fractionnement, j'ai obtenu les (4-pyridyl)-alcynes correspondants, soit

—$(4\text{-}C_5H_4N)—(CH_2)_2—C\equiv CH$. — (C_9H_9N) (Rdt 20 %) $É_{14}$ 114-115°; F 40,°5;

—$(4\text{-}C_5H_4N)—(CH_2)_4—C\equiv CH$. — $(C_{11}H_{13}N)$ (Rdt 45 %) $É_{14}$ 132-133°;

—$(4\text{-}C_5H_4N)—(CH_2)_5—C\equiv CH$. — $(C_{12}H_{15}N)$ (Rdt 42 %) $É_{16}$ 156-157°;

—$(4\text{-}C_5H_4N)—(CH_2)_{10}—C\equiv CH$. — $(C_{17}H_{25}N)$ (Rdt 52 %) $É_1$ 176-177°; F 37°.

La deuxième différence entre les séries 2- et 4-pyridiques est due à la réactivité plus grande de la 4-picoline : on observe fréquemment la formation de produits dans lesquels deux hydrogènes du groupement méthyle sont substitués ([8]). J'ai pu isoler, pour ma part, un produit de double substitution, le (4-pyridyl) 4-heptadiyne-1.7 :

$$(4—C_5H_4N)—CH\begin{cases} CH_2—C\equiv CH \\ CH_2—C\equiv CH \end{cases} \qquad (C_{12}H_{11}N)$$

caractérisé par l'analyse de son picrate et de son iodométhylate.

Enfin, ainsi qu'il avait été fait en série 2-pyridique, j'ai vérifié que la réactivité de la triple liaison se manifestait normalement, en mettant en évidence trois propriétés des pyridylalcynes :

1° Leur hydrogénation (Ni de Raney, température et pression normales) qui conduit aux bases saturées déjà connues.

2° L'hydratation de la triple liaison par les sels mercuriques, qui conduit aux cétones correspondantes (Rdt, environ 60 %) :

—$(4—C_5H_4N)—(CH_2)_2—CO—CH_3$. —$(C_9H_{11}ON)$: $É_{14}$ 143-144°;

—$(4—C_5H_4N)—(CH_2)_5—CO—CH_3$. —$(C_{12}H_{17}ON)$: $É_{1,9}$ 151°;

—$(4—C_5H_4N)—(CH_2)_{10}—CO—CH_3$. —$(C_{17}H_{27}ON)$: F 31°.

3° L'aminométhylation par la diméthylamine et le trioxyméthylène, qui donne accès grâce à une réaction de Mannich à des diamines tertiaires dissymétriques (Rdts voisins de 55 %) :

—$(4—C_5H_4N)—(CH_2)_2—C\equiv C—CH_2—N(CH_3)_2$. —$(C_{12}H_{16}N_2)$: $É_{14}$ 162;

—$(4—C_5H_4N)—(CH_2)_5—C\equiv C—CH_2—N(CH_3)_2$. —$(C_{15}H_{22}N_2)$: $É_{1,5}$ 166°;

—(4—C_5H_4N)—$(CH_2)_{10}$—C≡C—CH_2—N$(CH_3)_2$. —($C_{20}H_{32}N_2$) : É$_{1,6}$ 213-214°.

En ce qui concerne les pyridylalcynes substitués en position 3, on ne pouvait s'attendre à une obtention régulière suivant le même processus, eu égard à la faible réactivité bien connue du méthyle de la 3-picoline. Pourtant des travaux récents décrivent l'alcoylation de la 3-picoline (9,10) grâce à l'action d'amidures alcalins au sein de l'ammoniac liquide. Dès à présent, en utilisant ce procédé, j'ai obtenu certains résultats et je me propose de rendre compte ultérieurement du développement de ce nouveau travail.

(1) J. A. Gautier, I. Marszak et M. Miocque, *Bull. Soc. Chim.*, [illegible], p. [illegible].
(2) A. L. Henne et K. W. Greenlee, *J. Amer. Chem. Soc.*, 67, 1945, p. 484.
(3) M. S. Newman et J. H. Wotiz, *J. Amer. Chem. Soc.*, 71, 1949, p. [illegible].
(4) I. Marszak et J. P. Guermont, *Comptes rendus*, 242, 1956, p. 141.
(5) K. Ziegler et H. Zeiser, *Ber. Deuts. Chem. Gesell.*, 63, 1930, p. 1847; *Liebig's Ann.*, 485, 1931, p. 174.
(6) C. Troyanowsky, *Thèse Ing. Doct.*, Paris, 1954; *Bull. Soc. Chim.*, 1955, p. [illegible].
(7) C. Osuch et R. Levine, *J. Amer. Chem. Soc.*, 78, 1956, p. 1723.
(8) C. Barkovsky, *Thèse Ing. Doct.*, Paris, 1945, p. 13.
(9) J. P. Wibaut et C. Hoogzand, *Chem. Weekbl.*, 52, 1956, p. 357.
(10) E. Hardegger et E. Nikles, *Helv. Chim. Acta*, 39, 1956, p. [illegible].

(*Faculté de Pharmacie,*
Laboratoire de Chimie organique.)

GÉOLOGIE. — *Essai de classification du Quaternaire continental de la plaine du Tafilalt (Sud-Est Marocain).* Note de M. **Jean Margat**, présentée par M. Paul Fallot.

Les six niveaux quaternaires généralement reconnus au Maroc sont représentés dans la plaine du Tafilalt. Les caractères essentiels de ces dépôts de types variés et de l'évolution quaternaire dans cette région endoréique pré-saharienne sont précisés.

L'avancement des études géologiques effectuées depuis 10 ans dans la plaine du Tafilalt à l'appui de recherches hydrogéologiques qui ont comporté de nombreux sondages et abouti à dresser une carte géologique au 1/50 000 de l'ensemble de cette plaine (1), paraît suffisant pour tenter une synthèse stratigraphique du Quaternaire de cette région.

La plaine du Tafilalt disposée à l'extrémité orientale de la chaîne anti-atlasique à la faveur de l'ensellement axial de cette chaîne est établie sur un domaine synclinorial surtout carbonifère et schisteux. Elle est formée par la conjonction des vallées du Ziz et du Rheris dont les alluvions sont mêlées bien que ces deux oueds n'y confluent pas actuellement (2).

D'une altitude moyenne de 800 m, elle s'étend sur plus de 1000 km²,

mais sa continuité est rompue par de nombreux reliefs appalachiens ayant compliqué la distribution des dépôts quaternaires.

Ces derniers sont de types très divers du double point de vue morphologique et lithologique. Ils comprennent :

1° des dépôts fluviatiles, meubles ou consolidés (alluvions sablo-graveleuses, limons, conglomérats) formant des nappes d'épandage ou des cônes très plats et très étalés, plutôt que de véritables terrasses;

2° des dépôts lacustres (calcaires et marnes, souvent gréseux);

3° des dépôts dits de *reg*, brèches de pentes plus ou moins consolidées reposant en faible épaisseur sur des glacis d'érosion très aplanis du type *pediment*;

4° des dépôts éoliens (sables dunaires);

5° des dépôts d'évaporation (travertins, encroûtements calcaires, croûtes salines).

Ces formations passent latéralement les unes aux autres et sont parfois interstratifiées, surtout les trois premières. La couverture quaternaire de la plaine, puissante au maximum de 35 m, est constituée pour l'essentiel par les dépôts fluviatiles et lacustres qui forment un appareil complexe de nappes et de cônes de déjection interstratifiés ou superposés, d'âges différents.

L'essai de classification stratigraphique de ces dépôts aboutit à des conclusions conformes aux résultats obtenus en d'autres régions du Maroc et qui ont fait l'objet d'une récente synthèse ([3]). La nouvelle nomenclature proposée est donc applicable au Quaternaire du Tafilalt.

On indiquera ici les caractères essentiels de chaque niveau en partant des plus anciens.

1. *Moulouyen*. — On attribue à ce niveau le conglomérat du J. Erfoud ([4]), poudingue à ciment et intercalations gréseux, à éléments fins à moyens, puissant de 3 à 5 m. Son altitude relative est de + 140 m et il est emboîté de 200 m par rapport à la surface de la hamada du Guir, datée plio-villafranchienne. Ces dépôts avaient été datés antérieurement comme du *Villafranchien récent* ([4]).

2. *Salétien*. — Conglomérat à éléments moyens comportant parfois des blocs de plusieurs mètres cubes, en lambeaux de terrasse toujours étagés au-dessus des dépôts plus récents, peu puissants et d'altitude relative + 15 à 25 m, qui paraissent jalonner du Nord du Tizimi au Sud-Ouest de la plaine un ancien cours du Ziz. A ce même niveau, peuvent s'attribuer des masses glissées et des éboulis à gros blocs sur les pentes des reliefs les plus accusés (J. Erfoud, falaises de la hamada crétacée).

3. *Amirien* (= dépôts de *haute terrasse* ou du *reg ancien*). — Calcaires lacustres, marneux, gréseux ou conglomératiques passant à des conglo-

mérats à ciment calcaro-gréseux. Ils constituent un vaste entablement au Nord de la plaine où ils sont souvent associés à des onyx. Puissants de 20 m au maximum, leur altitude relative, de + 10 à 15 m en amont, décroît vers l'aval de sorte qu'ils sont rapidement recouverts, dès le Tizimi, par les limons soltaniens, tout en demeurant étagés par rapport au Tensiftien. C'est le cas du « conglomérat de Sigilmassa » coiffant une butte enfouie près de Rissani, dans le centre de la plaine. Les témoins de *reg ancien*, toujours consolidés, sont rares et visibles surtout au Nord de la plaine sur le glacis au pied de la hamada crétacée où ils sont étagés par rapport aux regs plus récents, et très démantelés.

4. *Tensiftien* (= dépôts de *moyenne terrasse* ou du *reg moyen*). — Conglomérats et calcaires lacustres étroitement associés, comportant des niveaux graveleux non consolidés, surtout à la base, à éléments en général plus fins que ceux des dépôts amiriens. Ces dépôts sont presque partout recouverts par le *Soltanien* mais leur extension, reconnue par sondages, est très vaste. Leur puissance maximum est de 30 m et leur altitude relative est partout négative. Le *reg moyen*, assez consolidé, est le plus étendu; il forme la surface principale des glacis à la périphérie de la plaine.

5. *Soltanien* (= *Grimaldien*) (= dépôts de *basse terrasse* ou du *reg récent*). — Dépôts toujours meubles, limons, sables et alluvions graveleuses réparties surtout à la base, et au sommet sous forme d'une nappe très mince de graviers. Les limons passent latéralement à des argiles souvent salifères et gypseuses. Ces dépôts sont fréquemment fossilifères (*Unio* et nombreux Gastéropodes fluviatiles ou palustres). Assez puissants (jusqu'à 25 m), les dépôts soltaniens sont les plus étendus; ils sont transgressifs sur le substratum et les regs et remontent dans les vallées affluentes, recouvrant et ravinant les dépôts quaternaires plus anciens, surtout le *Tensiftien*. Le *reg récent*, peu développé, est rarement emboîté dans le *reg moyen* qu'il recouvre le plus souvent. Enfin les principaux massifs dunaires peuvent être datés, soit soltaniens, soit immédiatement post-soltaniens.

6. *Rharbien* à *actuel*. — L'évolution post-soltanienne se caractérise par une érosion tangentielle très étendue des limons soltaniens comportant plusieurs cycles mineurs ayant abouti à l'établissement de glacis emboîtés (deux en général) ([5]), mais n'ayant entraîné que des dépôts assez localisés. Un encroûtement calcaire travertineux peut s'observer, toujours localement, sur le plus élevé de ces glacis. Les dépôts *rharbiens* individualisables sont rares; ils se séparent mal des limons soltaniens ou de leurs remaniements actuels. Les alluvions graveleuses actuelles remanient généralement le *Soltanien*. Enfin les limons de palmeraie, dépôt historique dû à l'épandage des eaux de crue, recouvrent les limons soltaniens sur une grande surface (près de 200 km^2).

On retrouve ainsi dans cette région typiquement présaharienne les

cycles de creusement-remblaiement régis par les alternances climatiques de pluviaux et d'interpluviaux reconnus généralement au Maroc. Au Tafilalt l'évolution quaternaire est marquée par la décroissance régulière des amplitudes des creusements — la plaine atteint à peu près son altitude actuelle à la fin de l'Amirien — par la prédominance des remblaiements à partir du Tensiftien et l'extension croissante des dépôts alluviaux.

Cette classification est en général applicable à l'ensemble du bassin du Ziz et du Rheris entre la plaine du Tafilalt et le Haut-Atlas.

(1) J. MARGAT, *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc* (sous presse).

(2) F. JOLY et J. MARGAT, *Notes Serv. Géol.-Maroc*, 11, 1955 et *C. R. S. Soc. Géol. Fr.*, 13, novembre 1954, p. 292-294.

(3) G. CHOUBERT, F. JOLY, M. GIGOUT, J. MARCAIS, J. MARGAT et R. RAYNAL, *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 504.

(4) J. MARGAT, *Notes Serv. Géol. Maroc*, 10, 1954, p. 11-22.

(5) J. MARGAT, *Notes Serv. Géol. Maroc*, 7, 1953, p. 123-133.

GÉOLOGIE. — *Quelques précisions sur les terrains miocènes du Valromey (Jura méridional)*. Note (*) de M. **LOUIS DAVID**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Le Valromey est un vaste synclinal de terrains crétacés inférieurs qui s'étend en direction Nord-Sud entre l'anticlinal de la Forêt de Cormaranche à l'Ouest et le double pli anticlinal de la Forêt d'Arvière et du Grand Colombier à l'Est. Sur une coupe transversale, il se présente comme un typique synclinal en auge avec un fond parfaitement plat et des flancs redressés, voire déversés (Forêt d'Arvière). Longitudinalement, l'axe du pli s'abaisse du Nord vers le Sud, entre la région des Abergements (800 m) et la cluse des Hôpiteaux (300 m).

Le fond du synclinal est constitué par les assises néocomiennes et urgoniennes essentiellement calcaires. Celles-ci sont bien souvent masquées par d'importantes formations morainiques d'âge würmien : les affleurements du substratum sont discontinus, ce qui rend malaisés les essais d'analyse stratigraphique ou structurale. Au-dessus des calcaires crétacés subsistent des lambeaux de terrains miocènes transgressifs. Ils sont particulièrement nombreux dans un périmètre circonscrit par Passin, Brénaz, Virieu-le-Petit et Champagne-en-Valromey. Leur étude détaillée apporte quelques précisions sur la transgression tertiaire en ce secteur.

Comme ailleurs dans le Jura (1), la transgression s'est effectuée sur un pays déjà plissé et profondément érodé : elle est localisée dans le val et n'a pas débordé sur les anticlinaux qui l'encadrent. Comme en de nom-

breux secteurs du Bas-Dauphiné, l'érosion quaternaire a déblayé les terrains molassiques tendres et fait réapparaître, dans ses grandes lignes, la topographie anté-miocène. Ainsi les falaises de calcaires urgoniens qui étirent leurs festons entre Songieu et Brénaz, ont été exhumées par l'érosion glaciaire et post-glaciaire. Le Miocène est plaqué aussi bien sur l'Hauterivien du pied de l'abrupt que sur l'Urgonien du plateau supérieur (environs de Passin et de Poisieu).

La surface des calcaires crétacés est criblée de perforations de mollusques lithophages. Les assises de base du Miocène sont représentées par une molasse conglomératique toujours riche en glauconie. Les galets y sont plus ou moins abondants et ne dépassent guère 10 cm de diamètre. Parmi eux, on reconnaît la plupart des roches locales : calcaires jurassiques et crétacés, chailles; en plus des silex et des graviers quartzeux sont fréquents et recouverts d'une patine glauconieuse. Il s'agit du classique « poudingue à galets verts », si commun dans le Miocène du couloir rhodanien. Les assises supérieures sont moins grossières, sous forme de molasses plus ou moins fines et à débris. Les conglomérats se trouvant toujours à la base des couches transgressives, ils sont donc, suivant les reliefs anté-miocènes, à des hauteurs différentes dans la série stratigraphique.

Les fossiles sont nombreux, mais toujours brisés et roulés. A tous les niveaux abondent les Bryozoaires; les Lamellibranches (Pectinidés, Ostréidés) ne sont guère présents que dans les assises conglomératiques. De manière classique on admet un âge burdigalien supérieur pour cette série miocène.

Enfin la dernière orogénèse alpine a entraîné le rejeu des diverses structures : la molasse est localement plissée, par exemple dans le petit repli anticlinal du Molard au Sud-Ouest de Brénaz; elle est chevauchée par le pli-faille de la Forêt d'Arvière. D'ailleurs la base du Miocène est portée à plus de 730 m d'altitude près de Brénaz.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) D. Aubert, *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 78e livre, 1943; L. Glangeaud, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 6e série, 1, 1951, p. 763-872; A. Lefavrais, G. Lienhardt, D. Monomakhoff et J. Ricour, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7e série, 7, 1957, p. 1157-1166.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur une relation entre la séismicité et le gradient isostatique en Algérie.* Note (*) de Mlle Alice Grandjean et M. Jean Lagrula, présentée par M. Pierre Tardi.

Les épicentres des séismes algériens se trouvent dans les régions où le gradient isostatique est élevé, en général dans les zones séparant les aires d'anomalies maxima et minima. On donne une explication de ce fait.

L'un de nous (L.) a effectué en Algérie un réseau gravimétrique assez dense pour permettre un tracé détaillé des lignes isanomales de la pesanteur. On a choisi comme système celui de la carte gravimétrique mondiale (Bureau Gravimétrique International), c'est-à-dire la réduction isostatique suivant le schéma d'Airy avec une profondeur de compensation de 30 km. La carte obtenue, qui ne saurait trouver sa place ici, mais qui sera publiée prochainement, met en évidence des zones positives et des zones négatives liées dans leur ensemble à la structure géologique (1). Il était intéressant de rechercher s'il existe une corrélation entre les anomalies isostatiques et la séismicité.

L'un de nous (G.) a réuni dans un travail qui doit paraître prochainement tous les épicentres macroséismiques qu'il a été possible de déterminer depuis l'origine des renseignements jusqu'au 31 décembre 1957 (2), (3).

Il a été ainsi possible de placer avec une précision moyenne de 10 km environ 164 épicentres sur la carte isostatique. Un examen statistique permet alors d'énoncer la conclusion suivante :

D'une manière générale, les épicentres se trouvent dans des régions de fort gradient isostatique; Mlle S. Coron était parvenue, pour la France métropolitaine, à une conclusion voisine (4) : « jamais un épicentre ne se trouve sur un maximum ou un minimum de la pesanteur... les zones épicentrales se trouvent seulement au voisinage d'une courbe isanomale moyenne ». Cet énoncé est assez proche du nôtre; cependant en Algérie les zones maxima et minima sont, surtout dans les régions à fort gradient, très nettement limitées à de faibles surfaces, de sorte que la probabilité d'y trouver un épicentre est très faible *a priori*; malgré cette particularité, une série de huit épicentres (région de Chréa) est dans une zone maximum et un épicentre au Sud-Est de Biskra est très voisin d'un minimum. Par contre, nous ne trouvons aucun épicentre dans la zone de faible gradient isostatique (en particulier sur la majeure partie des Hauts Plateaux).

Pour nous (1), l'isostasie est en général respectée et les zones d'anomalies maxima caractérisent les régions soumises à l'érosion, les zones d'anomalie minima les régions à érosion nulle ou négative (sédimentation). Le maintien de l'équilibre exige un relèvement progressif des premiers par rapport aux seconds. Ces mouvements s'effectueraient d'une manière continue et plastique, sauf aux zones de friction entre compartiments ascendants et subsidents, où les séismes marqueraient les étapes des ruptures de tension. Conformément à ce schéma, nous aurions aimé pouvoir étendre à l'Algérie l'énoncé strict de Mlle Coron.

L'existence éventuelle de forces tectoniques verticales ne changerait rien à nos conclusions : une zone en voie de soulèvement est soumise à

l'érosion et une zone de subsidence à la sédimentation, même s'il y a déséquilibre; c'est ce qui fixe l'ordre de grandeur des anomalies.

N'y a-t-il pas contradiction entre notre actuelle conclusion et les vues antérieures concernant la séismicité de l'Algérie ? Celle-ci semblait préférer le voisinage des grands axes anticlinaux (²), (³). En fait, les épicentres ne sont jamais très éloignés de ces grands axes. Mais si l'on entre dans le détail et qu'on considère les synclinaux et les anticlinaux secondaires, on ne trouve pas que ces derniers jouent un rôle privilégié.

D'ailleurs les travaux en cours de M. Glangeaud et de ses élèves sur les nappes de charriage montrent que la structure géologique de l'Algérie fait l'objet de discussions. Au point de vue pragmatique, si l'on veut, dans l'avenir, tenir compte de la séismicité pour l'édification des cités, il semble que le critérium gravimétrique doit être préféré au critérium structural, moins net.

Nous disposons de dix épicentres en mer, mais nous ne pouvons les confronter valablement au réseau gravimétrique méditerranéen trop peu dense et trop peu précis. D'ailleurs, ils sont voisins du littoral dans une bande côtière où la forme des profils isostatiques dépend énormément de données mal assurées : la profondeur de compensation et l'épaisseur de la « couche intermédiaire ».

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(¹) J. Lagrula, *Bulletin du Service de la Carte géologique de l'Algérie*, 1951.

(²) J. P. Rothe, *Bulletin du Service de la Carte géologique de l'Algérie*, 1950.

(³) A. Grandjean, *Travaux de l'I. M. P. G. A.*, fasc. 11, 1954.

(⁴) S. Coron, *Contribution à l'étude du champ gravimétrique en France* (*Thèse*, 1954).

MORPHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Quelques aspects morphologiques de la floraison du Châtaignier*. Note (*) de Mme **Madeleine Codaccioni**, présentée par M. Lucien Plantefol.

Les inflorescences axillaires du Châtaignier sont des grappes de cymes. Le sommet de ces inflorescences se dessèche et tombe généralement. Avant sa chute, l'apex peut continuer à former une hampe d'inflorescence ou produire un bourgeon de feuilles, résultat d'un fonctionnement végétatif.

Lorsque les Châtaigniers fleurissent au printemps, ils portent des inflorescences en grappe appelées couramment chatons; les uns sont constitués uniquement de fleurs mâles, ce sont les chatons mâles; les autres ont quelques fleurs femelles à leur base et des fleurs mâles au sommet, ce sont les chatons mixtes ou androgynes.

Les arbres très jeunes et les rejets des années précédentes ne fleurissent

pas. *Indépendamment de l'âge, l'exposition de la plante intervient.* En effet, de très vieux arbres situés au milieu d'une fûtaie épaisse ne fleurissent pas, tandis que de très jeunes taillis en bordure de forêt portent des chatons.

Les premières inflorescences produites par un arbre ou un rejet de plusieurs années ne portent que des fleurs mâles, les années suivantes apparaissent quelques inflorescences mixtes.



Vue d'ensemble d'un rameau fleuri de Châtaignier.

1. *Extrémité d'une pousse annuelle* portant des inflorescences mâles, des bourgeons axillaires végétatifs, et des inflorescences mixtes. (× 1/2.) Les hampes ou portions de hampes qui portent des inflorescences mâles sont figurées en noir.

Sommets d'inflorescences mâles.

2. Fonctionnement inflorescentiel total de l'apex au printemps.
3. Mort de l'apex au printemps.
4. Fonctionnement végétatif du méristème terminal.
5. *Détail d'une cyme axillaire mâle.* Les bractées sont figurées en pointillé.

Position et description des deux types d'inflorescence. — *Les inflorescences sont toujours axillaires de feuilles identiques aux feuilles ayant à leur aisselle des bourgeons végétatifs.* Lorsqu'une même pousse annuelle porte les deux types d'inflorescence, les chatons mâles sont à l'aisselle des premières feuilles formées et sont souvent séparées des chatons femelles par un, deux ou trois bourgeons végétatifs (*fig.* 1). Les fleurs mâles fleurissent ainsi avant les fleurs femelles.

Les chatons mâles peuvent être nombreux (certains rameaux en portent de 10 à 15), les chatons mixtes sont rarement plus de trois sur la même pousse.

Les hampes des inflorescences portent des bractées petites, en forme de languettes : à nervures parallèles ; à l'aisselle de ces bractées se trouvent des cymes bipares très contractées (glomérules) et plus ou moins ramifiées. Les cymes de fleurs mâles portent en général sept fleurs et quelquefois davantage (*fig.* 5) ; les cymes de fleurs femelles sont le plus souvent réduites à trois fleurs mais peuvent porter sept fleurs et plus chez certaines variétés (*Castanea japonica*) et sur des rameaux vigoureux.

Les inflorescences mâles peuvent avoir jusqu'à 60 cymes axillaires, tandis que les inflorescences mixtes n'en portent qu'une vingtaine dont seules deux ou trois à la base sont femelles. Dans de rares cas les chatons mixtes peuvent porter jusqu'à huit cymes femelles.

Il y a ainsi une seule fleur femelle pour 500 à 1 000 fleurs mâles.

Devenir des extrémités inflorescentielles. — Les inflorescences, dont l'ontogénèse a débuté au cours de l'été dans le jeune bourgeon, s'épanouissent au printemps de l'année suivante ; la quasi-totalité des cymes axillaires est alors formée.

Seules les inflorescences mixtes semblent produire parfois une fleur terminale.

— L'apex des chatons mâles continue son fonctionnement au cours du mois qui suit l'épanouissement des inflorescences. Il se forme ainsi une hampe de plus en plus mince pouvant porter de 5 à 20 cymes axillaires dont les dernières parviennent rarement à maturité (*fig.* 2). Finalement, l'apex se nécrose.

— Cette mort du méristème terminal peut être plus ou moins précoce et se produire dès l'épanouissement des chatons (*fig.* 3).

— Enfin il m'a été donné d'observer des inflorescences, mâles le plus souvent, dont l'extrémité porte un petit bourgeon pouvant atteindre 7 mm de long (*fig.* 4). Ce bourgeon est constitué de deux ou trois feuilles, d'ébauches et primordiums foliaires ; parfois il porte à sa base une ou deux « bractées ». Ses feuilles, encadrées de stipules, ont un pétiole, une nervure principale, un limbe chlorophyllien et à leur aisselle se trouvent des formations gemmaires dont la structure est celle des formations gemmaires végétatives.

Ce bourgeon présente d'indiscutables caractères végétatifs confirmés par la structure de son méristème terminal. L'ontogénèse de ce bourgeon a pu être suivie et c'est bien l'apex inflorescentiel qui le produit et non pas un méristème axillaire. Il est regrettable que ce bourgeon ne poursuive pas son développement ultérieur ; les feuilles ne dépassent guère la taille de leurs stipules ; la chute du bourgeon se produit rapidement en général au moment de l'épanouissement des fleurs mâles.

Les méristèmes producteurs d'inflorescences sont axillaires de feuilles normales; ils produisent des cymes (inflorescences de second ordre) dès le début de leur fonctionnement; il n'y a donc pas, sur ces méristèmes, passage d'un stade végétatif à un stade inflorescentiel; par contre, il semble possible d'observer un passage du stade inflorescentiel à un stade végétatif.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(*Laboratoire de Botanique de la Sorbonne.*)

MORPHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Morphologie de l'inflorescence de* Rumex obtusifolius *D. C.* Note (*) de Mlle **Yvonne Jacquety**, présentée par M. Lucien Plantefol.

L'inflorescence qui termine la tige aérienne est une grappe complexe sans fleur terminale. Les bractées du sommet axillent chacune une cyme contractée. Ce système terminal « grappe de cymes » se retrouve dans les axes d'ordre 2 et d'ordre 3 de la partie moyenne, la plus développée de l'ensemble de la plante qui présente une mésotonie.

La souche verticale du *Rumex obtusifolius* se termine en été par une partie aérienne dressée dont l'axe principal possède les caractères suivants : Ses entre-nœuds sont longs; leur hauteur est variable : elle s'accroît depuis la base et atteint son maximum au troisième ou au quatrième entre-nœud, puis elle décroît jusqu'au sommet. Son calibre, plus faible que celui de la souche, diminue progressivement du bas vers le haut.

Description des formations axillantes. — L'axe principal (*fig.* 1, *ax. p.*) porte des feuilles (*f.*) et des bractées (*br.*). Les feuilles sont, dans le bas, de même forme et de même dimension que celles de la souche, mais de plus en plus petites vers le haut. Les dernières, qu'on peut dire feuilles préflorales (*f. p.*), n'ont point de pétiole et leur limbe est réduit à une petite languette. Les bractées font suite aux feuilles préflorales; elles sont membraneuses, en forme de cornet, assimilables au complexe « gaine-ochréa » des feuilles et conservent la même vascularisation. La structure nodale dans tous ces cas reste multilacunaire.

Les axes d'ordre 2 du haut (*ax.* 2) et les axes d'ordre 3 (*ax.* 3), allongés, portent à leur base (α), très rapprochées l'une de l'autre, deux lames membraneuses bractéiformes rudimentaires, le plus souvent invisibles à l'état adulte [aussi A. Saint-Hilaire ([1]) avait-il pris leurs bourgeons axillaires pour des bourgeons surnuméraires], au-dessus (β), des feuilles préflorales et à leur extrémité (γ), des bractées.

Description des formations axillaires. — Ces formations constituent une grappe complexe dont le développement, en principe indéfini, puisqu'il

n'y a pas de fleur terminale, s'arrête avec l'amincissement de l'extrémité de l'axe et le dépérissement de la plante.

Dans la partie terminale I, des groupes d'une vingtaine de fleurs sont

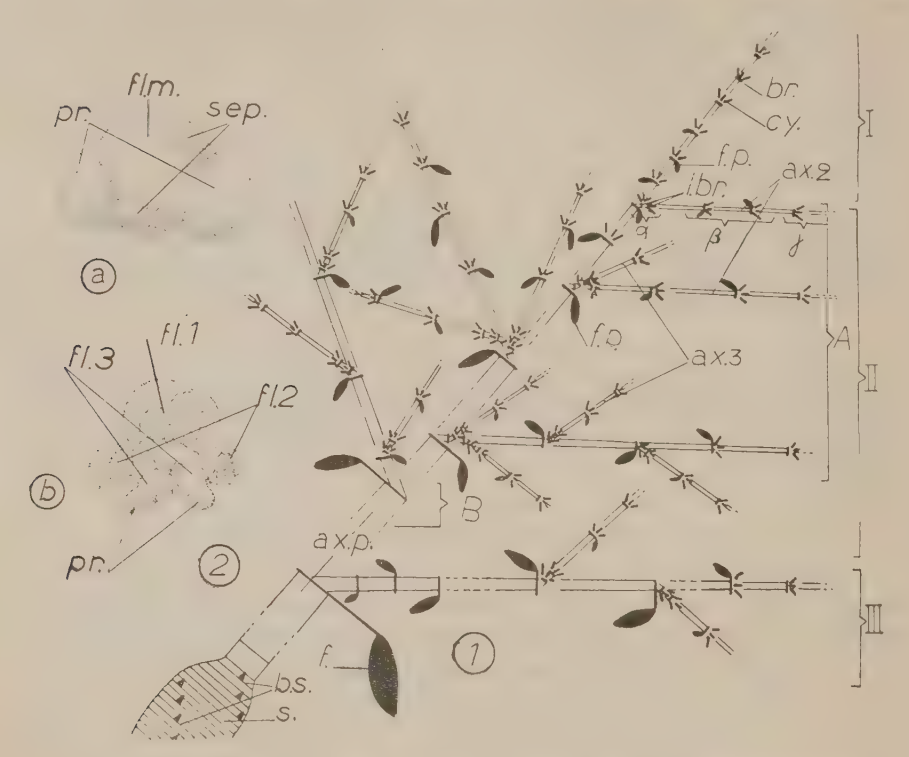


Fig. 1. — Schéma (incliné pour raisons typographiques) de la tige florifère de *Rumex obtusifolius* D. C. dont l'axe principal (*ax. p.*) prolonge la souche (*s.*) et porte des feuilles (*f.*), des feuilles préflorales (*f. p,*) et des bractées (*br.*); (*b. s.*), bourgeons de la souche.

I. Partie terminale : les feuilles préflorales et les bractées axillent des cymes contractées (*cy.*).

II. Partie moyenne : les axes d'ordre 2 (*ax.* 2) et d'ordre 3 (*ax.* 3) sont semblables au système terminal, ce sont des grappes de cymes; ils possèdent à leur base (α) des lames bractéiformes, en (β) des feuilles préflorales, en (γ) des bractées.

III. Partie basale : les feuilles axillent des rameaux terminés par des grappes de cymes et portant dans la partie moyenne des axes d'ordre 3.

Fig. 2. — Ontogenèse d'une cyme contractée bipare (une fois), puis unipare.

(*a*) Stade où l'apex hémisphérique qui va donner la fleur médiane (*fl. m.*) est encadré par deux protubérances (*pr.*); (*sép.*), sépale.

(*b*) Stade ultérieur montrant la fleur médiane (*fl. m.* = *fl.* 1), les deux fleurs secondaires (*fl.* 2) les futures fleurs d'ordre 3 (*fl.* 3) à chacune desquelles est accolée une protubérance (*pr.*).

insérés les uns à l'aisselle de bractées, les autres, plus bas, à l'aisselle de feuilles préflorales; chaque groupe provient d'un bourgeon unique. Ce dernier est d'abord uniformément saillant, puis dans le plan tangentiel à l'axe principal naissent deux protubérances encadrant un apex hémi-

sphérique qui va donner une fleur médiane (*fig.* 2 *a*); les sépales y apparaissent avant que les deux protubérances prolifèrent à leur tour. Chacune de ces dernières reforme une ou deux protubérances et s'individualise elle-même en un nouvel apex qui va engendrer une fleur et le processus se répète. Les fleurs surgissent à la base de la fleur médiane *sans être axillées par des bractées*. Une cyme contractée se constitue; elle est d'abord bipare (une ou plusieurs fois), puis unipare (*fig.* 2 *b*).

Dans la partie moyenne II, en (A), se trouvent des axes d'ordre 2, avec lames bractéiformes à leur base, à l'aisselle de feuilles préflorales.

1° Dans la zone supérieure, les axes d'ordre 2 sont des grappes : de bas en haut les deux lames bractéiformes, les feuilles préflorales et les bractées axillent des cymes contractées.

2° Au-dessous, les axes d'ordre 2 portent d'autant plus d'axes d'ordre 3 qu'ils sont situés plus bas. Ces axes d'ordre 3 sont des grappes de cymes avec aussi deux lames bractéiformes à leur base. Lorsqu'il n'y a qu'un axe d'ordre 3, celui-ci est axillé par la première lame bractéiforme, la seconde axillant, comme les feuilles préflorales et les bractées, une cyme contractée; lorsqu'il y en a deux, ceux-ci sont à l'aisselle des deux lames. Dans le cas de plus de deux axes, ceux-ci sont axillaires des deux lames et de feuilles préflorales.

En (B) les axes secondaires n'ont plus à leur base les deux lames bractéiformes; des feuilles préflorales et des bractées axillent des axes d'ordre 3 et les dernières bractées axillent des cymes.

Dans la partie basale III, des rameaux (portant des feuilles, des feuilles préflorales et des bractées) sont insérés à l'aisselle de feuilles. Ils proviennent de bourgeons axillaires dont le développement a souvent été stoppé un certain temps et a repris alors que la portion terminale de l'axe principal était sèche. Les rameaux ainsi formés ont passé par une phase végétative, mais l'induction florale est prédominante : ils se terminent par une grappe de cymes et portent dans leur partie moyenne des axes d'ordre 3 (grappe de cymes).

Conclusions. — L'axe principal dans sa partie aérienne est une tige florifère, parce qu'il présente des feuilles à sa base et que seuls les bourgeons, axillés par les dernières feuilles préflorales et les bractées, se développent rapidement et sont purement floraux. Cet axe s'édifie durant la phase végétative d'allongement qui succède à la phase en rosette ([2]) (caractérisée par ses entre-nœuds courts et sa croissance en largeur) et durant la phase inflorescentielle.

La succession des différents types foliaires semble aller de pair avec une diminution de vigueur de l'axe principal. Sur les axes secondaires, le passage des deux lames bractéiformes aux feuilles paraît être la conséquence d'un accroissement de vigueur du bourgeon : le nombre de feuilles préflorales

est d'autant plus élevé que l'axe qui les porte est plus long et plus vigoureux.

Il semble qu'il n'y ait, ici, aucun lien entre la nature de la formation axillaire et l'organe axillant : les cymes sont axillées par des feuilles préflorales et par des bractées, les grappes de cymes par des feuilles préflorales, par des lames bractéiformes et par des bractées. La position sur les axes n'est pas non plus toujours déterminante : certains pieds présentent au-dessus de feuilles préflorales axillant des grappes de cymes, une feuille préflorale axillant une cyme alors que la suivante axille à nouveau et pour la dernière fois une grappe de cymes.

Le développement des bourgeons axillaires de l'ensemble de la plante offre une certaine mésotonie, car les bourgeons (*fig.* 1, *b. s.*) de la souche sont stoppés lorsque s'édifie la tige aérienne et que les bourgeons du haut produisent des cymes contractées, alors que dans la zone moyenne, ils donnent des axes secondaires allongés. Les bourgeons axillaires montrent d'emblée la phase inflorescentielle, lorsque ce sont des grappes de cymes, et d'abord la phase d'allongement, lorsque ce sont des rameaux complexes.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) A. Saint-Hilaire, *La morphologie végétale*, Paris, 1840.

(2) Y. Jacquety, *Comptes rendus*, 245, 1957, p. 2528.

(*Laboratoire de Botanique de la Sorbonne.*)

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action qualitative de la lumière sur la germination des graines de* Phacelia tanacetifolia. Note de M. **Paul Rollin**, présentée par M. Raoul Combes.

La germination des graines de *Phacelia tanacetifolia* est inhibée par les lumières bleue et rouge. Les températures froides voisines de 5°C et l'acide gibbérellique permettent la germination à la lumière dans certaines conditions.

La germination de nombreuses graines est stimulée par la lumière blanche [3]. Dans ce cas, la lumière rouge clair (6 000-7 000 Å) est responsable de la stimulation. Par contre, la lumière rouge sombre (7 000-8 000 Å) inhibe la germination et détruit l'action favorable de la lumière rouge clair, qui, à son tour, peut annuler l'inhibition due à la lumière rouge sombre [3]. La lumière bleue active très faiblement la germination [3]. Les autres régions de la lumière visible n'interviennent pas dans la germination. Ces graines sont beaucoup plus sensibles à la lumière rouge clair qu'à la lumière rouge sombre : cette différence de sensibilité explique l'action stimulatrice de la lumière blanche [3].

Au contraire, la germination des graines de *Phacelia tanacetifolia* est inhibée par la lumière blanche ([4]). L'étude de l'action qualitative de la lumière sur la germination a été réalisée en utilisant différentes sources de lumière et des filtres interférentiels variés afin d'obtenir pour chacune des lumières étudiées une énergie égale à 1000 ergs/cm²/s. Les résultats de ces expériences ont mis en évidence les faits suivants :

1° Les lumières rouge clair et rouge sombre inhibent la germination avec un maximum d'activité pour des longueurs d'ondes respectivement égales à 6 600 et 7 300 Å.

2° La lumière bleue (4 000-4 900 Å) provoque une diminution importante du pourcentage de germination.

Ces résultats sont en désaccord avec ceux de M. Baxter Jones et Lowel F. Bailey ([1]). Ces auteurs, s'appuyant sur l'hypothèse de Meiscke ([1]) pensent que la germination des graines, dont le comportement à la lumière est du même type que celui de *Phacelia tanacetifolia*, est stimulée par la lumière rouge clair et inhibée par la lumière rouge sombre : seule une plus grande sensibilité de la graine à la lumière rouge sombre permettrait d'expliquer l'inhibition provoquée par la lumière blanche. En réalité, nos expériences réalisées sur *Phacelia tanacetifolia* et celles de Black et Wareing sur *Nemophila insignis* ([2]) permettent de constater que la lumière rouge clair et la lumière rouge sombre réduisent toutes deux sensiblement le pourcentage de germination.

D'autre part, bien que ces deux lumières inhibent la germination, leur antagonisme demeure. Ce fait peut être démontré de la façon suivante : une température basse, voisine de 5°, est une des nombreuses conditions qui déterminent la germination des graines de *Phacelia tanacetifolia* irradiées par la lumière blanche. Dans ces conditions, comme le montre la figure 1 *a*, à la lumière blanche, 50 % des graines germent. Si l'on intercale entre la source lumineuse et les graines un filtre laissant passer la lumière rouge clair on obtient 82 % de germination. Par contre, le fait d'intercaler un filtre qui ne transmet que la lumière rouge sombre inhibe totalement la germination. Cette expérience, ainsi que d'autres, réalisées en faisant varier l'énergie lumineuse, permettent d'observer les faits suivants :

1° La lumière rouge sombre inhibe fortement la germination lorsqu'elle agit seule. Cette même lumière, à énergie égale, a une influence inhibitrice moindre lorsqu'elle est associée aux autres régions de la lumière visible et, principalement, à la lumière rouge clair.

2° Les températures froides qui sont capables de provoquer la germination des graines irradiées par la lumière rouge clair n'ont aucune influence sur l'inhibition de la germination due à la lumière rouge sombre.

L'acide gibbérellique produit les mêmes effets. Des solutions d'acide

gibbérellique à 10^{-4} influent sur la germination de la manière suivante :

1° L'acide gibbérellique détermine la germination des graines irradiées par les lumières bleue et rouge clair, comme le montre la figure 1 *b*.

2° L'acide gibbérellique n'a aucune influence sur l'inhibition de la germination provoquée par la lumière rouge sombre.

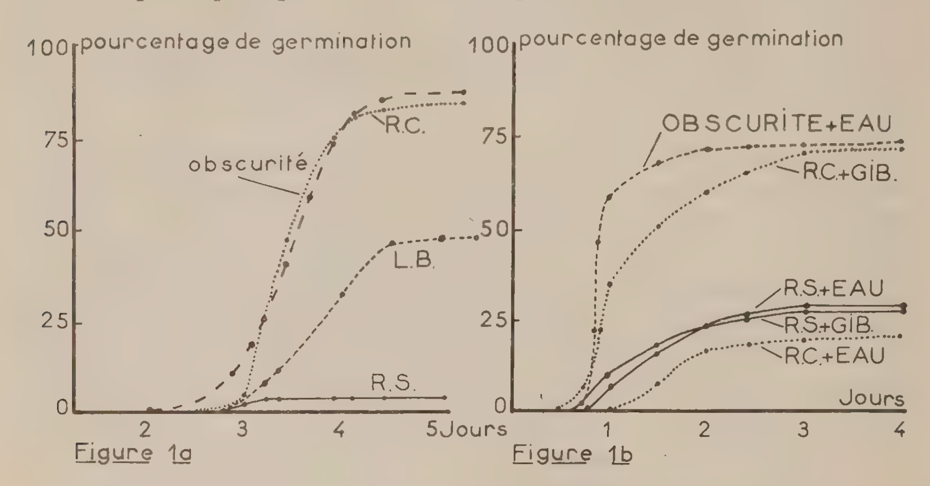


Fig. 1 *a*. — Pourcentage de germination des graines de *Phacelia tanacetifolia* sous différentes lumières, à la température de 5°C : lumière blanche (L. B.), lumière rouge clair (R. C.) et lumière rouge sombre (R. S.).

Fig. 1 *b*. — Influence de l'acide gibbérellique (GIB) sur la germination des graines de *Phacelia tanacetifolia* irradiées par différentes lumières.

Ces expériences permettent donc d'observer que le comportement des graines dont la germination est stimulée par la lumière et celui des graines dont la germination est inhibée par la lumière diffèrent sur les deux points suivants :

1° L'influence de la lumière rouge clair : Certaines espèces de graines ont leur germination stimulée par la lumière rouge clair, par contre, d'autres ont leur germination inhibée par cette même lumière.

2° L'action de la lumière bleue : Elle est très faible quand la germination est stimulée par la lumière blanche; par contre, elle est fortement inhibitrice de la germination des graines qui ne peuvent pas germer en lumière blanche.

Malgré ces différences importantes il existe de nombreuses analogies :

1° L'existence d'un antagonisme entre les lumières rouge clair et rouge sombre a été observée dans les deux cas.

2° Les mêmes régions du spectre de la lumière visible ont une influence sur la germination des deux types de graines : 4 000-4 900 Å, 6 000-7 000 Å avec un maximum à 6 600 Å, 7 000-8 000 Å avec un maximum à 7 300 Å.

Enfin les inhibitions provoquées par les lumières rouge clair et rouge sombre présentent entre elles des différences fondamentales : les températures froides et l'acide gibbérellique stimulent la germination des graines placées en lumière rouge clair mais n'ont aucune influence sur la germination de ces mêmes graines irradiées par la lumière rouge sombre.

(1) M. Baxter Jones et L. F. Bailey, *Pl. Physiol.*, 31, (5), 1957, p. 347-349.
(2) M. Black et P. F. Wareing, *Nature*, 180, 1957, p. 395.
(3) M. Evenari, *Bull. Soc. Fr. Physiol. Végét.*, (4), 1957, p. 105-121.
(4) P. Rollin, *Rev. Gén. Bot.*, 65, 1958, p. 440-458.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Croissance* in vitro *de jeunes tiges d'*Equisetum arvense *L.* Note (*) de Mme **Germaine Hurel-Py**, présentée par M. Lucien Plantefol.

Il est possible d'obtenir la croissance des tiges d'*Equisetum arvense* en culture, et cela sur un milieu simple constitué de sels minéraux divers et d'un sucre. Non seulement ces tiges s'allongent en produisant de nouveaux nœuds et entre-nœuds, mais elles sont aussi susceptibles de se ramifier.

Les jeunes frondes détachées de diverses Fougères sont susceptibles de continuer leur croissance lorsqu'on les plante par leur pétiole dans un milieu nutritif qui leur convient [Hurel-Py 1950 (1), I. M. Sussex et T. A. Steeves 1953 (2)]. Depuis T. A. Steeves, Gabriel et M. W. Steeves (3) ont montré que diverses feuilles de Dicotylédones peuvent, elles aussi, se développer en culture. Il en est de même des jeunes tiges d'*Equisetum arvense*. Les spores de ce végétal, ensemencées sur un milieu minéral sucré, se développent en produisant des prothalles hermaphrodites susceptibles de donner naissance à des sporophytes (4). Les premiers sporophytes se ramifient eux-mêmes au bout d'un certain temps, en produisant de courtes racines et de nouvelles tiges qui prennent naissance aux nœuds de la tige primitive (5). On peut sectionner les jeunes tiges issues des prothalles d'*Equisetum* et les planter aseptiquement dans un milieu minéral simple constitué de solution de Knop demi-normal gélosé à 0,8 % et additionné de saccharose à 2 %. Elles poursuivent leur croissance et leur ramification.

Dans une première série d'expériences, sur sept tubes renfermant des tiges piquées perpendiculairement dans la gélose, une seule est morte. Parmi les 6 explantats vivants, 1 s'est seulement allongé sans se ramifier, 5 au contraire ont donné des ramifications de premier ordre et 2 ont même produit une ramification de second ordre. Parmi les cultures ayant fourni des tiges secondaires, 2 se sont en même temps accrues en longueur, tandis que 3 ne se sont pas allongées, mais seulement ramifiées. Les racines, lorsqu'il s'en est formé, sont demeurées très courtes.

Le tableau I résume les résultats obtenus.

TABLEAU I.

Longueur de l'explantat (mm) au départ.	Longueur de l'explantat (mm) 2 mois 1/2 après.	Nombre de nœuds de l'explantat au départ.	Nombre de nœuds de l'explantat 2 mois 1/2 après.	Ramifications formées. Nombre.	Ramifications formées. Longueur (mm).	Ramifications formées. Nœuds.
28	43	6	11	–	–	–
26	26	5	5	2	33-15 ([1])	9-5
15	27	3	6	1	15	4
6	25	3	11	1	1	–
19	19	5	5	2	28-10	7-2
10	10	2	2	1	12	6

([1]) Le premier nombre correspond à la ramification de premier ordre, le deuxième nombre à celle de second ordre, etc.

Dans une deuxième série d'expériences qui s'est prolongée 4 mois, sur 16 tiges piquées dans la gélose, 4 sont demeurées sans changement, 12 ont, au contraire, continué à croître. Parmi celles-ci, 3 se sont seulement plus ou moins allongées, 9, ont produit des ramifications de premier ordre qui ont parfois donné naissance à des tiges de deuxième ordre et même de troisième ordre.

Le tableau II résume les résultats obtenus.

TABLEAU II.

Longueur de l'explantat (mm) au départ.	Longueur de l'explantat (mm) 4 mois après.	Nombre de nœuds de l'explantat au départ.	Nombre de nœuds de l'explantat 4 mois après.	Ramifications formées. Nombre.	Ramifications formées. Longueur (mm).	Ramifications formées. Nœuds.
30	30	4	4	2	30-23	7-6
13	18	3	5	3	6-26-3	3-11-1
(*) 9	15	3	5	1	13	6
8	22	2	6	1	14	4
(*) 12	17	2	6	1	2	1
(*) 8	13	3	5	1	8	3
(*) 8	12	3	6	–	–	-
8	30	6	14	2	41- 8	10-3
3	25	3	14	–	–	–
10	35	3	12	–	–	–
20	20	5	5	2	26- 6	9-3
15	15	3	3	1	12	3

(*) Les résultats précédés d'une astérisque correspondent à des sporophytes piqués dans la gélose la tête en bas.

Dans toutes ces expériences, les ramifications prennent naissance, aussi bien dans la gélose qu'en surface ou même à quelques centimètres au-dessus de cette surface.

Quatre tiges ont été plantées dans la gélose la tête en bas. Toutes les quatre se sont accrues en se redressant par géotropisme. Les nœuds sont très rapprochés au niveau de la courbure et la croissance générale est plus lente que dans le cas normal (10 mm de moyenne et 5 nœuds contre 35 mm de moyenne et 11 nœuds). Parmi les sporophytes plantés en sens inverse, 3 se sont ramifiés. Les ramifications ont pris naissance une dans la gélose, une à sa surface, une (la plus importante : 6 nœuds, 13 mm de long) environ 1 mm au-dessus de la surface, ce qui conduirait à penser que la circulation des substances nutritives peut s'opérer en sens inverse, tout au moins sur une faible hauteur.

Les tiges d'*Equisetum arvense* produisent moins facilement des prothalles que les frondes de Filicinées. Sur 36 explantats mis en expérience, un seul a donné un prothalle, au dépens de ses tissus périphériques. Un autre a produit une ébauche prothallienne qui est morte rapidement.

Les tiges couchées horizontalement, en surface ou noyées dans la gélose ne se sont pas développées.

On peut conclure de ces expériences que les tiges d'*Equisetum* isolées du reste de l'organisme peuvent non seulement croître, mais encore se ramifier sur un milieu très simple exempt de substances de croissance.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) G. Hurel-Py, *Rev. gén. Botanique*, 57, 1950, p. 637.

(2) I. M. Sussex et T. A. Steeves, *Nature*, 172, 1953, p. 624.

(3) T. A. Steeves, H. P. Gabriel et M. W. Steeves, *Science*, **126**, 1957, p. 350.

(4) G. Hurel-Py, *C. R. Soc. Biol.*, **143**, 1949, p. 149.

(5) G. Hurel-Py, *Colloque international du C. N. R. S. sur la morphogénèse*, 1949, p. 257-278.

(*Laboratoire de Biologie végétale V, Sorbonne.*)

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la rhizogenèse chez le tissu cambial de* Populus Tremula *L. cultivé* in vitro. Note de M. **Clément Jacquiot**, présentée par M. Philibert Guinier.

La comparaison des propriétés rhizogènes de trois souches de tissu cambial de Tremble a montré que la facilité de bouturage d'un clone est fonction directe du pouvoir rhizogène du cambium. Le contact d'un tissu fortement rhizogène stimule la rhizogenèse chez un tissu émettant peu de racines.

Dans une Note précédente (1) il a été indiqué que, à partir du troisième repiquage, certaines colonies de tissu cambial de *Populus Tremula* émettent de nombreuses racines. La première souche isolée provenait d'un tremble âgé de 35 ans abattu en forêt domaniale de Villefermoy (Seine-et-Marne) le 13 février 1955. Les facultés de bouturage de cet arbre,

pris au hasard dans une population, n'étaient pas connues. La composition du milieu de culture était : solution de Knop diluée de moitié, solution de Berthelot X gouttes par litre, glucose 2 % ou saccharose 3 %; aneurine, 10^{-6}; panthothénate de calcium, 5.10^{-7}; biotine, 10^{-7}; inositol, 10^{-4}; acide α-naphtylacétique, 10^{-6}.

Au troisième repiquage 4 colonies seulement sur 29 avaient émis des racines. Aux repiquages suivants la proportion des colonies rhizogènes est allée constamment en croissant : 30 % au quatrième repiquage, 90 % au cinquième. Au-delà du cinquième les colonies ne formant pas de racines sont exceptionnelles. Bien que, à chaque repiquage, les colonies dépourvues de racines aient été repiquées séparément, il n'a pas été possible de scinder la souche de ce tissu en une souche rhizogène et une souche non rhizogène, la proportion des colonies formant des racines étant sensiblement égale dans les séries repiquées à partir de colonies pourvues ou dépourvues de racines. Cette souche, dite souche V, a été actuellement repiquée 13 fois.

Les racines excisées provenant de ces colonies se cultivent aisément sur le même milieu gélosé ou en milieu liquide de même composition.

Une deuxième souche, dite souche M, a été isolée le 1er novembre 1956 à partir d'un tremble provenant de la Maurienne (Savoie) et appartenant au clone Val 1-2-3 (2) reconnu comme particulièrement rebelle au bouturage. Cultivé dans les mêmes conditions et sur même milieu que le précédent, ce tissu n'a commencé à former des racines qu'au quatrième repiquage. Actuellement cette souche a été repiquée dix fois. La proportion des colonies formant des racines reste faible et dépasse rarement 25 %.

Une troisième souche, dite souche R, a été isolée le 13 octobre 1957 à partir d'un tremble provenant de Ristolas (Hautes-Alpes) et appartenant au clone 5.301 (2), reconnu comme très facile à bouturer, et cultivée dans les mêmes conditions et sur le même milieu que les précédentes. Dès le deuxième repiquage, 3 colonies sur 18 ont émis des racines. Au troisième repiquage les racines se développent à profusion en formant un feutrage dense et l'on obtient des colonies qui sont presque exclusivement formées de racines intriquées couvrant tout le milieu.

Pour rechercher si les tissus rhizogènes pouvaient induire la formation de racines chez des tissus non rhizogènes, les expériences suivantes ont été réalisées :

1° Au troisième repiquage de la souche M un fragment de tissu de la souche V (repiquée sept fois) est posé sur 8 colonies M, 8 autres servant de témoin. Après 3 mois, 6 sur 8 des colonies M en contact avec le tissu V ont émis des racines, contre 0 parmi les témoins.

2° L'expérience a été répétée au quatrième repiquage, 8 colonies M recevant chacune un fragment de tissu V, 8 autres servant de témoin.

Après 33 jours, 7 des colonies M en contact avec V ont émis des racines contre 2 parmi les témoins.

3° Une troisième répétition est effectuée au dixième repiquage en adoptant la disposition inverse, le tissu M étant déposé sur le tissu V : 8 colonies V reçoivent chacune un explantat M. Après 34 jours, 5 des colonies M en contact avec le tissu V ont émis des racines contre 0 sur 9 pour les témoins.

4° Lors de l'isolement de la souche R, par la méthode de Gioelli, 16 explantats sont posés à plat, la face bois au contact du milieu; sur 8 d'entre eux est déposé un fragment de tissu V repiqué sept fois.

Après 3 mois, aucune racine n'est apparue ni sur les explantats au contact du tissu V ni sur les témoins. Le tissu V a formé normalement des racines.

D'après ces résultats il apparaît :

1° Que le tissu cambial de *Populus Tremula* est toujours capable d'émettre des racines même s'il s'agit d'un clone particulièrement rebelle au bouturage.

2° Que les premières racines n'apparaissent qu'après plusieurs repiquages, le nombre de repiquages nécessaires étant d'autant plus réduit que le clone se bouture plus facilement.

3° Que, parallèlement, la proportion des colonies émettant des racines est une fonction directe de la facilité de bouturage du clone.

4° Que le contact avec le tissu d'une autre clone en état de produire d'abondantes racines hâte et stimule la rhizogenèse chez le tissu d'un clone peu rhizogène. Ce résultat est analogue à celui obtenu par Van Overbeek et Gregory dans le bouturage de deux variétés d'*Acalypha* ([3]).

Interprétation des résultats. — Le fait que le contact du tissu d'une souche rhizogène déclenche ou stimule la rhizogenèse chez le tissu d'une souche non ou peu rhizogène montre que l'aptitude au bouturage de chaque clone est fonction de l'activité plus ou moins intense de la synthèse d'un ou plusieurs facteurs rhizogènes (rhizocalines). Cette activité est une caractéristique physiologique de chaque génotype.

Toutefois l'impossibilité de provoquer l'émission de racines sur les explantats directement prélevés sur l'arbre peut faire penser qu'il existe dans les tissus de l'arbre sur pied des facteurs d'inhibition de la rhizogenèse qui disparaissent progressivement lors des premiers repiquages.

Ces facteurs ne semblent pas élaborés *in situ* par le cambium puisqu'ils disparaissent après quelques repiquages, mais proviendraient soit des pousses soit des racines. Dans le cas le plus favorable, il en résulte au moins un retard considérable de la rhizogenèse, retard particulièrement nocif dans le cas du Tremble, dont les tissus sont très facilement envahis par des microorganismes provoquant la pourriture des boutures.

(1) *Comptes rendus*, **243**, 1956, p. 510.

(2) Nomenclature de la Station de Recherches forestières de Nancy.

(3) J. Van Overbeek et L. E. Gregory, *Amer. J. Bot.*, **32**, juin 1945, p. 336-341.

PALYNOLOGIE. — *Recensement quotidien des grains de pollen de Chénopodiacées, Amaranthacées et d'*Artemisia *de l'atmosphère de Marseille en* 1955. Note (*) de Mme **Huguette Charpin**, MM. **Jean Aubert** et **Jacques Charpin**, présentée par M. Roger Heim.

L'exposé des résultats du recensement quotidien du contenu pollinique de l'air à Marseille au cours du deuxième semestre 1955 est restreint volontairement à l'étude de la présence dans l'atmosphère des grains de pollen d'Armoise et de ceux des Chénopodiacées et Amaranthacées.

La reconnaissance et le dénombrement de ces pollens ont été faits sur une surface de 2 cm² de lames enduites de gélatine glycérinée colorée au vert de méthyl. Ces lames étaient exposées et changées toutes les 24 h dans des appareils d'échantillonnages standards décrits par Durhan et dont cet auteur nous a fourni les plans. Nous avons choisi deux endroits séparés dans la ville pour la pose de ces appareils. L'un que nous appellerons Poste 1 est le toit en terrasse du Couvent de l'Angélus situé au quartier du Roucas Blanc, immeuble nettement surélevé par rapport à l'environnement, hauteur 16 m. Ce quartier est très aéré et principalement composé de villas avec jardins, de terrains vagues, de voies non goudronnées ou non pavées. L'autre lieu choisi est le toit en terrasse de l'immeuble des « Dames de France », Poste 2 situé au cœur de la ville, légèrement surélevé par rapport aux immeubles environnants, hauteur 25 m.

Il est certain que la situation de ces points d'échantillonnage peut être critiquée, mais ce choix s'avérait très difficile. Marseille n'est pas construite sur un terrain plat, mais au contraire sur une série de collines relativement élevées (Carmes, Buttes Saint-Charles, Plateau Longchamp, Plaine Saint-Michel, Colline de la Vierge de la Garde) — ceci pour la partie complètement urbanisée — l'autre partie (qui comprend certainement plus des 3/5e de la superficie de l'agglomération) est très aérée (maisons individuelles, jardins privés, terrains vagues, nombreuses voies non pavées) et bâtie sur un terrain beaucoup plus accidenté que le centre de la ville. Nous avions, pour parer aux inconvénients de ces vallonnements et collines successives, choisi un troisième poste qui n'est malheureusement pas utilisable : situé à l'Observatoire, il se trouvait trop proche du Parc du Palais Longchamp, ce qui faussait les résultats. Il reste à l'avantage des Postes 1 et 2, qu'ils sont certainement le reflet de ce qui

« tombe » sur la ville, parce qu'ils se trouvent au centre de l'agglomération et que leur hauteur permet tout de même de pallier les inconvénients cités précédemment.

La ville trouve en elle-même, ou dans sa proche banlieue, la source de la pollution de son atmosphère par ces pollens particuliers. Qu'il s'agisse de Chénopodiacées (*Chenopodium murale* L., *Atriplex halimus* L., *A. littoralis* L., *A. hastatus* L., *Kochia scoparia* (L.) Schrad. d'Amaranthacées (*Amaranthus retroflexus* L., *A. deflexus* L.) ou d'*Artemisia* (*A. annua* L., *A. verlotorum* Lamotte), chacune de ces espèces croît en abondance près de l'habitat de l'homme, au pied des murs, au bord des chemins, dans les jardins, dans les terrains incultes; certaines même sont intensément cultivées pour l'ornement de la ville, comme *Atriplex halimus*. Or, la physionomie urbaine et suburbaine est telle que ces espèces forment de juillet à octobre le principal de la végétation. Si bien que quelle que soit la direction du vent dominant, celui-ci balaiera obligatoirement une zone infestée et amènera ces pollens au centre de la ville. L'apport extérieur est vraisemblablement peu important, Marseille étant environnée de garrigues, mise à part la région de l'Étang de Berre qui, par temps de Mistral, peut être une source non négligeable de pollution.

Il est frappant de constater que les pollens de Chénopodiacées-Amaranthacées polluent, quoique de façon irrégulière, l'atmosphère de la ville du 1er juillet au 31 décembre. Certes, en juillet, août, novembre et décembre, cette pollution se réduit fréquemment à l'unité et aux mois extrêmes il est parfois une semaine sans prise d'un pollen de ce type. Ainsi, par exemple, le 5 août 1955 (vent, vitesse maximum 25 km/h; température minimum 17°,1, maximum 28°,2; état hygrométrique à 6 h : 33, à 12 h : 34, à 18 h : 27) on relève, au Poste 1, 15 grains divers dont 6 Chénopodiacées-Amaranthacées, et au Poste 2, 14 grains dont 5 Chénopodiacées-Amaranthacées. La courbe représentant la fréquence des grains de ces familles forme un plateau assez régulier du 1er juillet au 28 août et du 30 septembre au 31 décembre. Par contre, durant la période comprise entre le 28 août et le 30 septembre, se situent aux deux postes les prises maximales, mais avec une supériorité écrasante pour le Poste 1. Ainsi, le 19 septembre (vent Sud-Ouest dominant, vitesse maximum 18 km/h; température minimum 12°,1, maximum 24°; état hygrométrique : 6 h : 63, 12 h : 47, 18 h : 60) on « piège » au Poste 1, 228 grains dont 222 Chénopodiacées-Amaranthacées et au Poste 2, 12 grains (!) dont 2 Chénopodiacées-Amaranthacées. La veille (18 septembre 1955) (vent Ouest-Sud-Ouest dominant, vitesse maximum 14 km/h; temps minimum 12°, maximum 21°,9; état hygrométrique : 6 h : 63,12 h : 38,18 h : 55) on identifie 102 grains dont 97 Chénopodiacées-Amaranthacées au Poste 1 et le lendemain (20 septembre 1955), au même poste, on

« piègeait » 56 grains dont 46 Chénopodiacées-Amaranthacées. Mais, comme nous l'avons dit précédemment, si ces prises maximales correspondent aux deux postes à la mi-septembre, les diagrammes propres à chacun de ces postes sont loin d'être superposables. Au Poste 1, en effet, l'ascension est très irrégulière, avec maximum les 19 et 28 septembre, tandis qu'au Poste 2 cette ascension est plus régulière avec maximum le 10 septembre. Dans un tableau récapitulatif des prises effectuées chaque jour de ce deuxième semestre 1955, pour chacun de ces postes, et que nous ne joindrons pas à cet exposé pour ne pas l'alourdir, nous avons inscrit en face de ces relevés quotidiens, les données météorologiques qui nous ont été communiquées par l'Observatoire de Marseille [1]. Nous avons tenté d'étudier les rapports qu'il pouvait y avoir entre les chutes de grains, le degré hygrométrique, la température, la direction et la force des vents. Cette étude s'est révélée très difficile et très décevante et il semble bien qu'il n'y ait qu'une corrélation lointaine.

Les pollens d'*Artemisia*, pour leur part, apparaissent sur les lames isolément au début du mois d'août, mais très irrégulièrement. Ainsi, au Poste 1, le 8 août on relève 1 grain, 1 grain le 13, 1 le 15, 1 le 27 et 1 le 30. Et au Poste 2, 1 grain le 4, 2 le 19, 1 le 22 et 2 le 23. Les prises maximales se situent dans la deuxième quinzaine de septembre, maximum au Poste 1 le 27 avec 14 grains (sur 69 au total), et au Poste 2, le 21 avec 9 grains (sur 17 au total). Puis on enregistre une baisse dans la première quinzaine d'octobre avec disparition dans la deuxième quinzaine de ce mois, et une légère reprise dans la première quinzaine de novembre coïncidant avec une élévation de la température. Il semble, ici, qu'il existe une certaine concordance entre les données météorologiques et les prises polliniques qui paraissent augmenter quand la température s'élève et que l'humidité décroît.

De ce recensement, très partiel, nous l'avons dit, il ressort nettement que la pollution atmosphérique par les grains de pollens de Chénopodiacées-Amaranthacées et d'Artemisia est relativement peu importante à Marseille et ne concorde pas quantitativement avec les données cliniques que nous avons précédemment publiées. En effet, s'il existe une concordance saisonnière, le nombre de pollens relevés sur les lames n'explique pas la violence des manifestations. La fréquence et l'intensité de ces pollinoses semblent beaucoup plus dues à une pollinisation localisée qu'à une pollution générale de l'atmosphère.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) Plus particulièrement par Mlle Liliane Achard, Assistante à l'Observatoire de Marseille.

NEUROPHYSIOLOGIE. — *Effets anoxiques sur l'autoactivité électrique des neutrones géants d'*Aplysia. Note de MM. **Nicolas Chalazonitis** et **Eiichi Sugaya**, transmise par M. Albert Policard.

A l'échelle d'une seule cellule nerveuse microscopiquement identifiable, on analyse par oscillographie, l'action de la pression partielle d'oxygène sur la production d'énergie électrique. Les quelques cellules géantes identifiables, appartenant au même centre nerveux, ne sont pas également sensibles à l'anoxie.

La dérivation endocytaire de l'activité électrique des différents somata neuroniques identifiables d'*Aplysia faciata* (1), (2) fut effectuée, le ganglion viscéral isolé étant étalé dans l'eau de mer, en chambre à gaz, à 20° C.

Les somata géants *A*, Branchial, Génital, *B*, ainsi que ceux de moindre diamètre (p. c. r.), reconnus autoactifs en présence d'oxygène, s'arrêtent en présence d'azote (contenant 0,4 % d'oxygène). L'autoactivité se rétablit par retour en atmosphère d'oxygène. Selon le temps de latence de ces effets on classe les neurones, par ordre de sensibilité décroissante, en deux groupes.

Dans le premier, comprenant les cellules Branchiale et *A*, les données obtenues sont :

	Arrêt anoxique.			Réversibilité par oxygène		
Neurone.	Latence moyenne (mn).	Nombre d'expériences.	Écart quadratique moyen.	Latence moyenne (mn).	Nombre d'expériences.	Écart quadratique moyen.
Branchial........	6	9	2,3	3	6	2
A..............	13	9	8,5	6,6	5	1,4

Dans le deuxième groupe, où l'arrêt anoxique est constaté entre 30 et 60 mn, on classe par ordre de sensibilité décroissante les cellules Génitale, p. c. r., *B* et *H*.

Avec les variations de la pression partielle d'oxygène évolue le potentiel de repos somatique. Le neurone se dépolarise en anoxie et se repolarise par l'oxygène. La pente $\Delta p/\Delta t$ de la dépolarisation est d'autant plus élevée que la cellule est plus sensible à l'anoxie. Avec la Branchiale, cette pente est comprise entre 0,5 et 1 mV/mn.

En outre, durant l'anoxie, l'amplitude de la pointe (spike), est susceptible de diminuer, en même temps que sa durée croît; la diminution des pentes de la pointe (dV/dt) qui en résulte, est manifeste, dans la plupart des cas, avant l'arrêt anoxique (Branchiale, Génitale, p. c. r., *H*) (*fig.* 1). Dans d'autres cas, l'arrêt peut être observé avant la diminution anoxique des pentes de la pointe, mais alors la cellule ne répond, à un stimulus synaptique maximal, que par sous-pointes ralenties.

Si elle n'est pas initialement autoactive en présence d'oxygène, la cellule est stimulée synaptiquement et donne des pointes maximales; soumise à l'anoxie, elle ne donnera que des pointes déprimées ou seulement d'amples

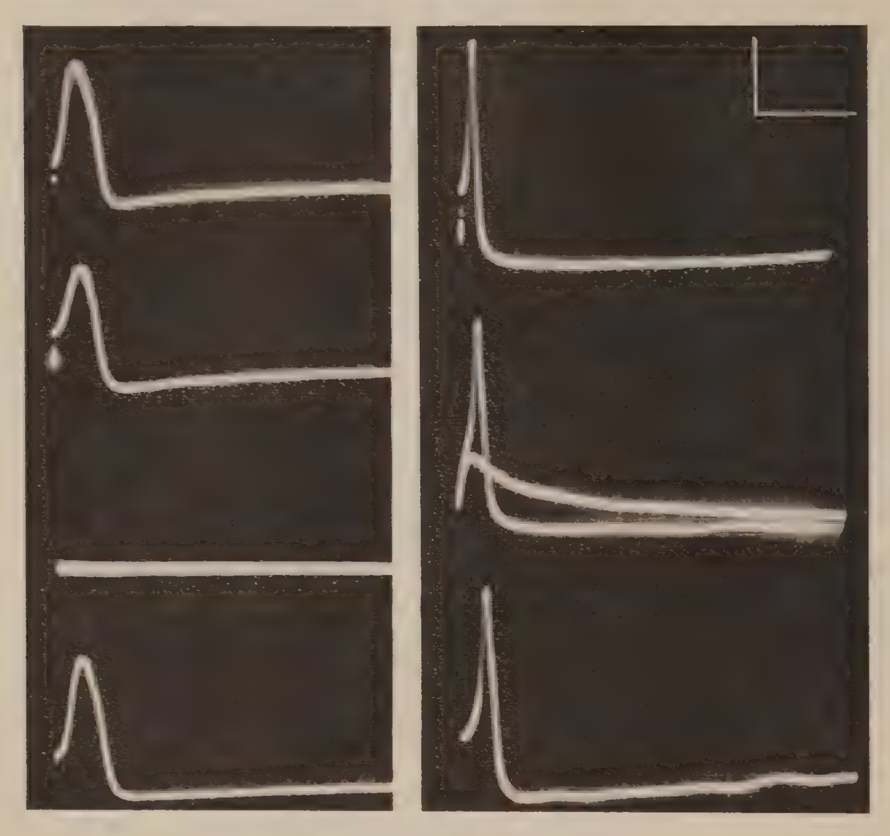


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Evolution anoxique du potentiel de pointe du soma Branchial, autoactif.

De haut en bas : Pointe à l'état initial, en présence d'oxygène; Après 6 mn d'anoxie; Arrêt anoxique à la 7e minute; Reprise de l'autoactivité, 6 mn après la réadmission de l'oxygène.

Fig. 2. — Soma *A*, évolution anoxique du potentiel de pointe, suscité par stimulation du connectif pleuro-branchial.

De haut en bas : En présence d'air, le soma répond exclusivement par pointes maximales; Après 20 mn d'anoxie, il répond au stimulus supramaximal par pointes lentes ou potentiels post-synaptiques seuls; 5 mn après la réadmission de l'oxygène, le soma répond par pointes.

Échelles : 50 mV; 25 ms pour les deux figures.

et lents potentiels post-synaptiques d'excitation, même si elle est excitée synaptiquement avec des intensités supraliminaires (*fig.* 2).

Signalons que dans les conditions expérimentales mêmes de l'analyse oscillographique, l'oxygénation ou la désoxygénation de l'hémoprotéine,

contenue dans les grains cytoplasmiques de ces neurones, sont achevées en moins de 1,5 mn [mesures cinéspectrographiques (3)]. Il s'avère ainsi que les modifications bioélectriques précitées évoluent en retard sur le déplacement de l'équilibre : Oxyhémoprotéine $\rightleftharpoons$ Hémoprotéine + O_2. Elles se développeraient plutôt avec l'accroissement cytoplasmique des métabolites de la glycolyse anaérobie (4).

(1) N. Chalazonitis et A. Arvanitaki-Chalazonitis, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 161.
(2) A. Arvanitaki et N. Chalazonitis, *J. Physiol.*, 50, 1958, p. 122.
(3) N. Chalazonitis et A. Arvanitaki, *Arch. Sc. Physiol.*, 10, 1956, p. 291.
(4) N. Chalazonitis et A. Arvanitaki (données non publiées).

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE ET PHARMACODYNAMIE. — *Les arylsulfonamides hypoglycémiants augmentent l'activité hypoglycémiante du sang efférent du pancréas.* Note de MM. **Auguste Loubatières**, **Pierre Bouyard** et **Antoine Sassine**, présentée par M. Robert Courrier.

Dans le but d'étayer par de nouvelles preuves expérimentales la théorie suivant laquelle les sulfonamides hypoglycémiants exercent leur action dépressive sur le taux du sucre sanguin en stimulant les cellules β des îlots de Langerhans et en libérant dans le sang qui sort du pancréas une quantité accrue d'insuline endogène, une série d'expériences a été réalisée selon le dispositif suivant :

Deux Chiens, l'un de 18 à 25 kg (animal donneur), l'autre de poids moitié moindre (animal récepteur), sont anesthésiés au chloralose. Le petit Chien est placé sur une balance automatique sensible au demi-gramme; l'autre est fixé à côté du premier sur une table d'opération.

Dans un premier temps, une anastomose pancréatico-jugulaire est pratiquée entre la veine pancréatico-duodénale du Chien donneur et la veine jugulaire du Chien récepteur. 20 g de sang du donneur sont ainsi transfusés au Chien récepteur par kilogramme de poids de ce dernier. Cette transfusion détermine chez le récepteur une courbe d'hypoglycémie dont la profondeur et la durée sont considérées comme traduisant l'action sur la glycémie de l'insuline endogène normalement présente dans le sang efférent du pancréas de l'animal donneur.

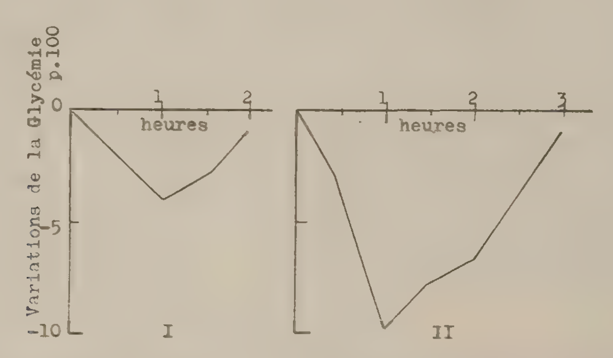
Lorsque le taux de la glycémie est revenu au niveau initial, on injecte au donneur, par voie veineuse, 0,10 g/kg de son poids d'un arylsulfonamide hypoglycémiant (dans nos expériences, il s'agissait du *p*-aminobenzène-sulfamido-tertiobutylthiodiazol).

Une heure après cette injection, une quantité de sang égale à celle qui a été transfusée au cours de l'opération témoin (soit 20 g/kg de poids du

récepteur est transfusée, dans les mêmes conditions que précédemment, du Chien donneur ayant reçu le sulfonamide au Chien récepteur.

Les graphiques suivants donnent les moyennes des effets des transfusions réalisées avant et après sulfonamide au cours de sept paires d'expériences parallèles (*voir* graphique I).

Il en ressort qu'après sulfonamide la profondeur, la durée ainsi que l'aire d'hypoglycémie provoquées par la transfusion de la même quantité de sang efférent du pancréas sont accrues d'une manière notable après administration de sulfonamide.



Effets sur la glycémie d'un Chien normal réactif de la transfusion de sang efférent du pancréas d'un Chien donneur normal avant (I) et 45 mn après (II) l'administration d'arylsulfonamide hypoglycémiant. Moyenne de sept paires d'expériences.

Nous avons calculé que cet accroissement ne peut s'expliquer que d'une manière intime par la transfusion du sang légèrement hypoglycémique du donneur ou par celle d'une quantité de sulfonamide qui, se diluant dans le milieu intérieur du récepteur, se trouve finalement à la concentration de 20 mg environ par litre de sang.

La *réponse hypoglycémiante accrue* que possède le sang transfusé après administration de sulfonamide semble donc ne pouvoir s'expliquer que par une *augmentation de la quantité d'insuline endogène sécrétée par les cellules β des îlots de Langerhans.*

Cette nouvelle preuve directe d'un tel mécanisme d'action de ces substances est en accord avec les nombreux arguments expérimentaux qui ont été fournis par Loubatières et ses collaborateurs de 1942 à 1958, ainsi que par de nombreux autres expérimentateurs.

ÉVOLUTION. — *Persistance inattendue de certains caractères ancestraux dans la denture de* Soricidæ (*Mammifères Insectivores*). Note de M. **Henri Heim de Balsac**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Dans une population isolée de *Myosoréx babaulti*, espèce inédite que nous avons fait connaître du Kivu, se trouvent réunis plusieurs caractères ancestraux permettant de mieux préciser l'évolution dentaire des *Soricidæ*, et, d'un point de vue général, d'apporter un nouvel exemple d'involution retardée.

Dans une Note antérieure [1], nous avons déjà signalé l'existence de remarquables caractères ancestraux dans le genre africain *Myosorex*. La persistance de tels caractères permet, non seulement de reconstituer de façon très précise l'évolution de la famille des *Soricidæ* à partir de formes fossiles Éocène et Oligocène, mais elle montre en outre l'extrême lenteur du phénomène évolutif dans ce groupe d'Insectivores, lenteur qui équivaut à une suspension temporaire.

Des matériaux inédits et récents nous permettent de mettre en évidence un cas nouveau qui nous fait connaître mieux encore que par les fossiles, le type initial de la troisième molaire supérieure des *Soricidæ*, ainsi que le processus de disparition du talonide de la dernière prémolaire mandibulaire.

Il s'agit d'un spécimen de l'espèce que nous avons fait connaître sous le nom de *M. babaulti*, mais appartenant à la population résiduelle confinée dans l'île Idjwi qui émerge du lac Kivu. Nous n'insisterons pas ici sur la taille réduite de ce spécimen qui appartient sans doute à une race particulière, mais seulement sur les caractères dentaires d'apparence anormale, qui représentent en fait des caractères primitifs du phylum des *Soricidæ*.

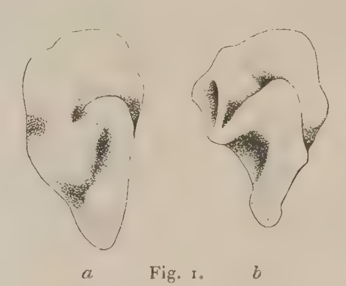
Troisième molaire supérieure. — Chez les *Soricidæ*, la troisième molaire (M^3), est réduite par rapport aux deux molaires qui précèdent, fait banal dans plusieurs ordres de Placentaires. La réduction de M^3 chez les *Soricidæ*, Insectivores dilambdodontes, réside essentiellement en la disparition du trigone postérieur, ou second triangle.

Un tel état de chose peut être observé non seulement sur les formes vivantes mais encore sur les types fossiles, aussi loin que nous les connaissions :

Saturninia de l'Éocène (Ludien) montre que la perte du trigone postérieur est déjà acquise en totalité chez le plus ancien des *Soricidæ* connus.

Or le spécimen de *M. babaulti*, en provenance d'Idjwi, présente une dernière molaire (M^3) moins réduite que toutes celles observées à ce jour dans la Famille des *Soricidæ*. La dent montre non seulement un trigone parfait, mais à partir du mésostyle (virtuel) se forme un triangle normalement constitué qui présente un sommet (métacone) parfaitement dessiné.

La crête partant du métacone et se dirigeant vers le métastyle, est, elle aussi, parfaitement nette bien que basse; mais elle s'arrête à mi-chemin du fait que le métastyle a disparu par réduction. Ainsi cette dernière molaire serait conforme à celles (normales) qui la précèdent, à ces différences près que le talon est plus petit que le trigone, et que le métastyle ainsi que l'hypocone ont disparu.



a Fig. 1. *b*

M^3 chez le type de *Myosorex babaulti* (A) et chez un spécimen d'Idjwi (B).



a Fig. 2. *b*

Pm_4 chez *Saturninia* (d'après Stehlin) (A) et chez *Myosorex babaulti* d'Idjwi (B).

En revanche le protocone est plus largement développé que chez les autres *Soricidæ*, en ce sens que ses ailes enveloppent complètement le Paracone. Ainsi cette troisième molaire, bien qu'atteinte de réduction, montre encore une morphologie presque normale et évidemment primitive.

Il est d'un intérêt certain de mettre en évidence chez les *Soricidæ* le type initial de la dernière molaire maxillaire, jusqu'ici masqué par des réductions. Le cas du *Myosorex* d'Idjwi permet en outre des comparaisons utiles avec, d'une part les Talpidés archaïques tels que les Desmans (*Galemys*) et, d'autre part, les Microchiroptères les moins évolués, tels que *Rhinolophus*.

Ces comparaisons montrent une analogie parfaite dans les trois cas et indiquent que le processus de réduction débute exactement de la même façon : disparition du métastyle et de l'hypocone, réduction de la surface du talon.

Prémolaire mandibulaire Pm_4. — Chez tous les *Soricidæ* à partir de l'Oligocène, nous observons une Pm_4 réduite à un cône, ou plus exactement à un prisme triangulaire qui peut être flanqué sur ses arêtes postérieures d'une cuspide accessoire linguale ou labiale. Cette prémolaire peut donc être uni-, bi- ou tricuspide selon que le processus de réduction est plus ou moins avancé. Par contre, Sthelin a insisté sur le caractère anormal de la Pm_4 de *Saturninia* (Éocène) qui présente un talonide bas mais très développé. Chez les *Soricidæ* actuels, ainsi que les formes fossiles, il semble que toute trace de talonide soit abolie. Ce qui incite certains auteurs à considérer *Saturninia* comme un rameau assez détaché des véritables *Soricidæ*. Or sur le *Myosorex* d'Idjwi, Pm_4 est flanquée sur son bord postéro-externe d'une sorte de promontoire qui se termine par une cuspide obsolète. On peut dire que cette dent, observée sous une orientation convenable, est quadricuspide. Il nous semble qu'on ne puisse interpréter cette cuspide basse que comme le vestige du talonide observé chez *Saturninia*. Semblable état de molarisation sur une prémolaire qui n'appartient pas à la série lactéale est assez aberrant. Toutefois, un fait semblable existe sur la dernière prémolaire définitive de *Solenodon*. C'est sans doute là un caractère, qui viendrait à l'appui de la proposition toute récente de McDowell [2] aux termes de laquelle *Solenodon* ne serait pas un *Tenrecidæ* mais se rapprocherait, ainsi que *Nesophontes*, de la souche des *Soricidæ*.

En tout état de cause la Pm_4 de *Myosorex* d'Idjwi n'est pas seulement une remarquable survivance d'un état antérieur, mais elle permet de rapprocher *Saturninia* des *Soricidæ* classiques en même temps qu'elle confirme la remarquable perspicacité de Sthelin dans la reconstitution du fossile Éocène.

(1) *Comptes rendus*, 241, 1955, p. 1997 et aussi *Traité de Zoologie*, t. XVII, p. 2215-2217.

(2) *Bull. Ann. Mus. Nat. Hist.*, 115, art. 3, New-York, 1958.

BIOLOGIE. — *L'hermaphrodisme simultané de l'Oniscoïde* Rhyscotoides Legrandi. Note (*) de M. **Gabriel Johnson**, transmise par M. Albert Vandel.

Deux *pulli* de même portée élevés ensemble de la naissance au stade adulte et présentant une croissance identique ont mis bas le même jour, ce qui suppose une fécondation réciproque simultanée. La protérandrie des *Rhyscotidæ* est ainsi suivie d'un hermaphrodisme simultané à partir de la puberté femelle. Ce type de sexualité est jusqu'à présent unique dans l'ordre des Isopodes.

J'ai exposé dans une Note précédente (1) que la parthénogenèse et l'autofécondation étant impossibles chez l'Oniscoïde hermaphrodite *Rhys-*

cotoides Legrandi, une série d'expériences militait en faveur d'un hermaphrodisme alternatif répondant au schéma

$$\text{phase } ♂ \rightarrow \text{phase } ♀ \rightarrow \text{phase } ♂ \rightarrow \text{phase } ♀, \quad \ldots$$

proposé par H. G. Jackson (2). Mais, étant donné que les deux portions ♂ et ♀ de la gonade sont simultanément actives pendant toute la vie, ce type d'hermaphrodisme ne rend pas suffisamment compte des observations cytologiques (3) : il pouvait s'agir d'un hermaphrodisme simultané rappelant notamment celui des Gastéropodes Opisthobranches et Pulmonés.

Dans le but d'élucider ce problème, une nouvelle série d'expériences a été entreprise. Elle consiste à élever ensemble des individus vierges de même âge ou d'une même portée, à les suivre jusqu'à la gravidité et à les séparer avant la mise bas.

Les possibilités de réussite de cette expérience sont considérablement limitées par le très faible nombre des *pulli* à chaque portée — quatre au maximum —, et par la très forte mortalité en élevage. Cependant trois cas ont été observés.

a. La ♀ gravide n° 160 mit bas quatre *pulli* le 25 octobre 1956 qui furent élevés deux à deux. Un seul couple (n°s 160 A et B) a pu être observé jusqu'au stade adulte. Les deux individus repérés gravides et séparés aussitôt, ont mis bas le même jour (14 avril 1957). Le n° 160 A donna un *pullus* et le n° 160 B, deux *pulli*, à l'âge de 5 mois 21 jours. Mesurés deux jours après la mise bas ils présentaient la même taille : L = 3,9 mm. Leur mue post-parturielle eut lieu le même jour (22 avril 1957).

b. Deux individus, les n°s 201 et 202 avaient la même taille L = 2,2 mm le 28 mars 1957; leur septième paire de péréiopodes était fonctionnelle et leur apophyse génitale et endopodites de la première paire de pléopodes rudimentaires. Ils se trouvaient dans leur quatrième intermue, à un stade prépubéral ♂ et ♀. Élevés ensemble, ils furent repérés gravides le 26 juillet 1957 et isolés aussitôt. Le n° 201 donna trois *pulli* le 28 juillet et le n° 202, un *pullus* le même jour. Le n° 202 fit sa mue postparturielle le 3 août et le n° 201 le 5 août 1957.

c. Deux *pulli*, les n°s 225 et 226, furent élevés ensemble le 29 mars 1957. A cette date ils avaient six paires de péréiopodes fonctionnels et leur taille L = 1,8 mm; la septième paire est apparue mais non fonctionnelle; ils se trouvaient dans leur deuxième intermue. Devenus gravides simultanément le 9 août 1957, ils furent séparés aussitôt et mirent bas le même jour, 17 août 1957. Le n° 225 donna quatre *pulli* et le n° 226, trois *pulli*. Ils firent leur mue postparturielle le même jour, 28 août 1957.

Les conditions d'élevage — température, humidité, habitat —, furent les mêmes pour tous les individus.

L'identité des intervalles s'écoulant entre la mise bas et la mue post-parturielle de chaque conjoint permet de conclure à une identité de cycle sexuel.

Ces résultats doivent faire conclure à une fécondation réciproque où chaque individu fonctionne à la fois comme ♂ et ♀, sinon en même temps, du moins à quelques jours d'intervalle; il s'agit donc d'un hermaphro-

disme simultané. On doit donc substituer au schéma proposé par H. G. Jackson de la vie sexuelle des Rhyscotidæ :

phase ♂ → phase ♀ → phase ♂ → phase ♀, ...,

le schéma suivant : phase ♂ initiale (de $L = 2,7$ à $L = 3,3$ mm) puis hermaphrodisme simultané à partir de la puberté ♀ ($L = 3,5$ mm).

Ce type d'hermaphrodisme, différent de l'hermaphrodisme protérandrique successif étudié chez *Hemioniscus balani* (Épicaride) par Caullery et Mesnil (4), chez *Anilocra physodes* (Cymothoadien) par P. Mayer (5), G. Montalenti (6), J. J. Legrand (7), apparaît comme un cas jusqu'à présent unique dans l'ordre des Isopodes.

(*) Séance du 27 octobre 1958.
(1) *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 3181.
(2) *Quart. J. Micr. Sc.*, 71, 1928, p. 527-539.
(3) *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 1087.
(4) *Bull. Biol. France-Belgique*, 34, 1901, p. 316-362.
(5) *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, 1, 1878, p. 165-179.
(6) *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 18, 1941, p. 337-394.
(7) *Arch. Zool. exper.*, 89, 1952, p. 1-56.

BIOLOGIE CELLULAIRE. — *La potentialité d'émigration cellulaire en culture de tissus ovariens de Lépidoptères.* Note (*) de M. **Constantin Vago** et Mme **Suzette Chastang**, présentée par M. Clément Bressou.

Pendant plusieurs années, les résultats de culture de tissus d'insectes se sont limités à l'obtention de l'émigration plus ou moins temporaire de fibroplastes, à partir de certains tissus et particulièrement d'ovaire (1), (3), (4). Si à l'heure actuelle des recherches sur la dispersion des cellules en couches monocellulaires sont en cours, le maintien de telles cultures pendant longtemps n'a pu être obtenu jusqu'à ce jour.

Il était cependant souhaitable, en particulier en vue d'études virologiques *in vitro*, de réaliser la culture de cellules pendant une assez longue période avec conservation du métabolisme de celles-ci.

Tout récemment, nous avons obtenu des repiquages répétés de cellules, ce qui a permis la prolongation des cultures (2).

Mais un autre procédé de culture prolongée de cellules ovariennes pouvait être envisagé. Ainsi, nous avons observé dans les milieux isotoniques à base de glucide, d'hydrolysat de lactalbumine et d'hémolymphe précipitée (3) qu'après l'accumulation de cellules émigrées, certains fibroblastes restent à la surface des explants sans se transformer en fibroblastes

libres. Nous avons pensé alors à séparer l'explant des cellules déjà émises en le transportant dans un milieu frais.

Au cours de tels renouvellements, le fragment de tube ovarique se maintient en survie pendant plusieurs mois ainsi qu'en témoigne la conservation des mouvements de contraction [3].

L'explant d'ovaire de chrysalide de *Bombyx mori* L. cultivé en gouttes pendantes combinées avec microtubes (transfert et renouvellement aseptiques du milieu facilités) émet, quelques heures après la mise en culture, des cellules fusiformes qui déjà au bout de 12 h s'accumulent autour de l'explant. Ensuite, des cellules de plus en plus nombreuses se fixent et s'étalent à la surface de la lamelle sous forme de fibroblastes. On observe alors des mitoses et lorsque le nombre des cellules devient important, l'émigration s'affaiblit.

Les explants débarrassés par leur transfert, des cellules qui les entourent, continuent à émettre des fibroblastes de la même façon bien qu'avec une intensité diminuée. Cette émission peut être assurée pendant plus de quatre mois sans que la faculté d'émigration des cellules soit épuisée.

Ces observations soulignent la possibilité d'assurer une survie « active » des tissus d'Insectes *in vitro* pendant une période relativement longue.

Cette survie active paraît liée à la continuation, même pendant la période précédant l'émigration, du métabolisme des cellules composant le tissu. Des divisions cellulaires ont lieu au sein de l'explant.

Ces faits sont particulièrement intéressants en vue d'études virologiques ou d'études concernant la transmission intracellulaire de certains virus. En effet, la mise en évidence de la longue durée de l'activité des cellules d'un explant d'ovaire de Lépidoptère permet de suivre des processus de pathogénèse virusale *in vitro* pour lesquels la durée de vie des cellules déjà émigrées serait insuffisante.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) W. Trager, *J. Exptl. Med.*, 51, 1935, p. 501.

(2) C. Vago et S. Chastang, *Experientia*, 14, 1958, p. 110.

(3) C. Vago et S. Chastang, *Experientia* (en cours d'impression), 1958.

(4) S. S. Wyatt, *J. Gen. Physiol.*, 39, 1956, p. 841.

(*I. N. R. A., Laboratoire de Cytopathologie, Station d'Alès.*)

BIOCHIMIE. — *La constitution de six acides aldobiuroniques extraits d'un hydrolysat partiel de bois de Pin maritime des Landes* (Pinus Pinaster *Soland. subsp.* P. maritima *Fieschi et Gaussen*). Note de MM. **Adrien Roudier** et **Lucien Eberhard**, présentée par M. Marcel Delépine.

La constitution de six acides aldobiuroniques extraits d'un hydrolysat partiel de bois de Pin maritime des Landes est établie. Un de ces acides s'est formé par épimérisation au cours des traitements. La nature d'une différence précédemment signalée entre les hémicelluloses des bois et celles des pailles est précisée.

Dans un travail préliminaire (1), nous avions réussi à séparer, par une méthode chromatographique nouvelle, douze dérivés uroniques différents à partir d'un hydrolysat partiel de bois de Pin maritime des Landes. Nous avons pu étabir la constitution des six acides aldobiuroniques B à D_4. Ce travail a été effectué par : 1° la mesure de certaines constantes physiques de ces acides et la comparaison avec celles de corps connus; 2° la réaction sur papier avec le chlorure de triphényle-2.3.5 tétrazolium en solution alcaline (réactif de Wallenfels) (2); 3° la réduction de l'ester-oside méthylique par le borohydrure de potassium suivie de l'hydrolyse et de l'identification chromatographique et électrophorétique sur papier des produits de cette hydrolyse; 4° la méthylation complète (quatre traitements par le sulfate de méthyle et la soude puis quatre traitements par l'iodure de méthyle et l'oxyde d'argent; extraction chloroformique des produits méthylés); 5° la réduction, par l'hydrure de lithium et d'aluminium dans l'éther anhydre, du produit complètement méthylé, suivie de l'hydrolyse et de l'identification des produits d'hydrolyse (mesure des constantes physiques, comparaison chromatographique et électrophorétique sur papier avec des produits connus, réaction de Wallenfels, préparation de dérivés cristallisés connus).

Solvants chromatographiques utilisés : *a.* acétate d'éthyle-acide acétique-acide formique-eau (9:1,5:0,5:2 en volumes); *b.* acétate d'éthyle-pyridine-eau (5:2:5 en volumes); *c.* butanol-éthanol-eau (4:1:5 en volumes); *d.* butanol-pyridine-eau (9:2:2 en volumes). Les R_G par rapport au tétraméthylglucose indiqués ci-dessous ont été mesurés avec le solvant *c* sur papier Whatman n° 1 à 20° ± 1° C.

Conditions de l'électrophorèse sur papier : 1° tampon borate-soude (Sorensen) pH 10; 15 V/cm; 1 h 3/4 (M_G par rapport au glucose); 2° tampon phosphate M/15; pH 8,02; 15 V/cm; 1 h 3/4 (M_{ga} par rapport à l'acide galacturonique). Dans les deux cas, le papier est immergé dans le monochlorobenzène pendant l'électrophorèse et la correction de l'effet de l'électroendosmose est effectuée.

Les résulats obtenus sont les suivants :

B : *α-O-(D-galacturonopyranosyle)-2 L-rhamnopyranose* $C_{12}H_{20}O_{11}$: $[\alpha]_D^{20°} + 62,2°$ (sel de Ba, $c = 1,57$ dans l'eau), $+ 76°$ (acide, $c = 1,08$ dans l'eau); $M_G = 0,68$; $M_{ga} = 0,71$; équivalent acidimétrique : 278 (th. 340); Wallenfels négatif; réduction et hydrolyse → galactose ($R_G = 0,11$; $M_G = 1,0$) et rhamnose ($R_G = 0,38$; $M_G = 0,44$). *Produit de la méthylation complète* : $[\alpha]_D^{20°} + 100°$ ($c = 3,8$ dans l'eau); réduction et hydrolyse → tri-*O*-méthyle-2.3.4 D-galactose ($R_G = 0,73$; $M_G = 0,00$; Wallenfels négatif) et di-*O*-méthyle-3.4 L-rhamnose ($R_G = 0,90$; $M_G = 0,35$; Wallenfels positif).

C : *α-O-(mono-O-méthyle-4 D-glucuronopyranosyle)-2 D-xylopyranose* $C_{12}H_{20}O_{11}$: $[\alpha]_D^{20°} + 94,2°$ ($c = 1,2$ dans l'eau); $M_G = 0,80$; $M_{ga} = 0,75$; MeO % $= 8,52$ (th. 9,1); Wallenfels négatif; réduction et hydrolyse → mono-*O*-méthyle-4 glucose ($R_G = 0,32$; $M_G = 0,36$; Wallenfels positif) et xylose ($R_G = 0,25$; $M_G = 1,02$; Wallenfels positif). *Méthylation complète, réduction et hydrolyse* → tri-*O*-méthyle-2.3.4 D-glucose ($R_G = 0,88$; $M_G = 0,00$; Wallenfels négatif) et di-*O*-méthyle-3.4 D-xylose ($R_G = 0,77$; $M_G = 0,39$; Wallenfels positif). *Méthylation complète, réduction, nouvelle méthylation par* ICH_3 *et* Ag_2O, *hydrolyse* → tétra-*O*-méthyle-2.3.4.6 D-glucose cristallisé (F 77°; $[\alpha]_D^{20°} + 73°,5$ ($c = 2,87$ dans l'eau); $R_G = 1,00$) et di-*O*-méthyle-3.4 D-xylose [lactone cristallisée : F 65-66°, $[\alpha]_D^{20°} - 57,5°$ (5 mn) → $- 22°,2$ (48 h) ($c = 1,14$ dans l'eau)].

D_1 : *β-O-(D-glucuronopyranosyle)-6 D-galactopyranose* $C_{12}H_{20}O_{12}$: $[\alpha]_D$ très faible; $M_G = 1,0$: $M_{ga} = 0,80$; Wallenfels positif; réduction et hydrolyse → glucose ($R_G = 0,14$; $M_G = 1,00$) et galactose. *Méthylation complète, réduction et hydrolyse* → tri-*O*-méthyle-2.3.4 D-glucose ($R_G = 0,88$) et tri-*O*-méthyle-2.3.4 D-galactose ($R_G = 0,73$).

D_2 : *α-O-(D-galacturonopyranosyle)-4 D-xylopyranose* $C_{11}H_{18}O_{11}$: $[\alpha]_D^{20°} + 67°$ ($c = 0,37$ dans l'eau); $M_G = 0,75$; $M_{ga} = 0,75$; Wallenfels positif; réduction et hydrolyse → galactose et xylose. *Produit de la méthylation complète* cristallisé : MeO % $= 51,8$ (th. 51,2); $[\alpha]_D^{20°} + 78°$ ($c = 2,25$ dans l'eau); réduction et hydrolyse → tri-*O*-méthyle-2.3.4 D-galactose et di-*O*-méthyle-2.3 D-xylose ($R_G = 0,80$; $M_G = 0,00$; Wallenfels négatif).

D_3 : *α-O-(D-glucuronopyranosyle)-2 D-xylopyranose* $C_{11}H_{18}O_{11}$: $[\alpha]_D^{20°} + 37°$ ($c = 3,76$ dans l'eau, sirop impur); Wallenfels négatif; réduction et hydrolyse → glucose et xylose. *Méthylation complète, réduction et hydrolyse* → tri-*O*-méthyle-2.3.4 D-glucose et di-*O*-méthyle-3.4 D-xylose.

D_4 : *α-O-(mono-O-méthyle-4 D-glucuronopyranosyle)-2 D-lyxopyranose* $C_{12}H_{20}O_{11}$: $[\alpha]_D^{20°} + 60,5°$ ($c = 2,0$ dans l'eau); $M_G = 0,75$; $M_{ga} = 0,80$; Wallenfels négatif; réduction et hydrolyse → mono-*O*-méthyle-4 D-glucose et lyxose ($R_G = 0,27$; $M_G = 0,77$). *Méthylation complète réduction et hydrolyse* → tri-*O*-méthyle-2.3.4 D-glucose et di-*O*-méthyle-3.4 D-lyxose ($R_G = 0,71$; $M_G = 0,55$; Wallenfels positif).

Parmi les acides aldobiuroniques précédents, seul C a déjà été signalé dans les hydrolysats de bois. B, D_1 et D_3 ont déjà été rencontrés dans ceux de produits naturels divers (gommes, mucilages, hémicelluloses de végétaux annuels). D_2 et D_4 n'ont encore jamais été mentionnés.

D_4 ne provient pas directement d'une structure existant dans la molécule des hémicelluloses. Il s'est produit par épimérisation de C au cours de la neutralisation (par CO_3Ba à chaud) de l'hydrolysat ou de sa chromatographie sur résine Amberlite IR 4B. Nous avons provoqué directement cette épimérisation en abandonnant pendant treize jours, à la température ambiante, 565 mg de sel de baryum de C dans 10 ml d'eau de chaux. La chromatographie quantitative sur papier (solvant *a*), après neutralisation, nous a montré qu'approximativement 1/3 de C s'était alors transformé en D_4[identifié par son comportement chromatographique, sa réduction par BH_4K suivie d'hydrolyse donnant du mono-*O*-méthyl-4 D-glucose et du lyxose ($M_G = 0,77$) et son $[\alpha]_D^{20°} + 61,4°$ ($c = 1,22$ dans l'eau)]. Inversement D_4 traité par l'eau de chaux redonne C dans les mêmes conditions. On peut comparer cette épimérisation à celle qui a été signalée tout récemment ([3]) par Kuhn, Baer et Gauhe pour l'α-*O*-(-L-fucopyranosyle)-2 D-galactopyranose.

La connaissance de la constitution de D_2 et de D_3 permet de préciser la nature de la différence qui avait été constatée précédemment par l'un de nous ([4]), simplement par chromatographie sur papier, entre la constitution des hémicelluloses des pailles et celles des bois. Chez les premières, les restes d'acides uroniques non monométhylés sont principalement des restes d'acide glucuronique reliés au xylose par des liaisons $\alpha - 1.2'$ (et non $\alpha - 1.3'$ comme il avait été indiqué d'après C. T. Bishop) (acide $D_3 =$ acide II beaucoup plus abondant que $D_2 =$ acide III*a*) alors que dans les secondes, il s'agit surtout de restes d'acide galacturonique reliés au xylose par des liaisons $\alpha - 1.4'$ (acide $D_2 =$ acide III*a* beaucoup plus abondant que $D_3 =$ II).

([1]) *Comptes rendus*, 240, 1955, p. 2012; *Tappi*, 38, 1955, p. 756 A; *Actes 74e Congrès A. F. A. S.*, Caen, 1955 (1958), p. 140-155.

([2]) Cette réaction ne se produit avec les monoses et les oligosides que si les —OH 1 et 2 de l'extrémité réductrice sont libres. Nous avons pu le vérifier sur toute une série de produits synthétiques (*cf.* Bell et Dedonder, *J. Chem. Soc.*, 1954, p. 2870; Feingold, Avigad et Hestrin, *Biochem. J.*, 64, 1956, p. 356).

([3]) *Lieb. Ann.*, 611, 1958, p. 242.

([4]) A. Roudier, *Thèse*, Paris, 1954 (1955), p. 78-80 et cliché XI.

(*Institut National de Recherche chimique appliquée;*
Centre Technique de l'Industrie des Papiers, Cartons et Celluloses.)

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'activité des monophénols comme transporteurs permettant l'oxydation de l'acide ascorbique par la tyrosinase.* Note de M. **Joseph Neumann**, Mlle **Geneviève Lehongre**, Mlle **Gilberte Legrand** et M. **Jean Lavollay**, présentée par M. Robert Courrier.

L'intérêt de l'oxydation biochimique de l'acide ascorbique résulte du fait que cette oxydation a pu être reliée au métabolisme oxydatif des glucides ([1]). L'acide ascorbique-oxydase, la laccase, le système cytochrome-cytochrome-oxydase et le système orthodiphénol-polyphénoloxydase peuvent la réaliser en présence d'oxygène.

Cependant, il a été montré précédemment ([2]), ([3]) que l'aptitude des flavonoïdes dihydroxylés en 3'.4' à constituer avec la tyrosinase un tel système oxydant l'acide ascorbique dépend de la structure de leur molécule et que certains flavonoïdes ne portant qu'un seul —OH sur le cycle B possèdent une forte activité. Ces résultats ont rendu nécessaire la recherche de l'activité éventuelle de monophénols plus simples et la comparaison de cette activité avec celle des orthodiphénols correspondants.

La tyrosinase a été préparée suivant une technique très voisine de la précédente ([2]) à partir des parties non pigmentées du chapeau de champignon de couche (*Psalliota hortensis* Cke), forme blanche. L'enzyme oxyde le phénol et le pyrocatéchol, le *p*-crésol et l'homocatéchol; il n'oxyde pas l'hydroquinone et la *p*-phénylènediamine ni l'acide ascorbique. Son activité a été déterminée en mesurant la vitesse d'absorption de l'oxygène, au cours de la phase linéaire de la réaction, par 10^{-5} mol-g de *p*-crésol ou d'homocatéchol en solution dans le tampon véronal-acide chlorhydrique-acétate de sodium ([4]) de pH 6,2 (Mc Ilvaine) en présence de 0,125 mg d'enzyme (poids sec) (*fig.* 1) (volume, 2,25 ml dont 0,3 ml d'alcool éthylique; température, 30° C). Le Q_{O_2} de la préparation était, avec le *p*-crésol, de 2 000 et, avec l'homocatéchol, de 3 980 ([5]).

L'activité des phénols comme transporteurs susceptibles d'assurer l'oxydation de l'acide ascorbique a été recherchée par la technique manométrique. Les mélanges comprenaient 10^{-5} mol-g d'acide ascorbique, 2.10^{-7} mol-g de l'un des composés phénoliques et 0,125 mg d'enzyme (poids sec), dans le tampon de pH 6,2 [volume, 2,25 ml dont 0,3 ml d'alcool éthylique ([6]); température, 30° C]. Les phénols étudiés avaient la structure générale :

$$R-C_6H_4-OH \quad \text{et} \quad R-C_6H_3(OH)-OH$$

R étant —H, $-CH_3$, —COOH, $-CH_2-COOH$, $-CH_2-CH_2-COOH$, —CH=CH—COOH, $-CH_2-CH(NH_2)-COOH$.

Les résultats sont représentés figure 2. Tous les phénols étudiés se révèlent plus ou moins aptes à la constitution d'un système oxydant

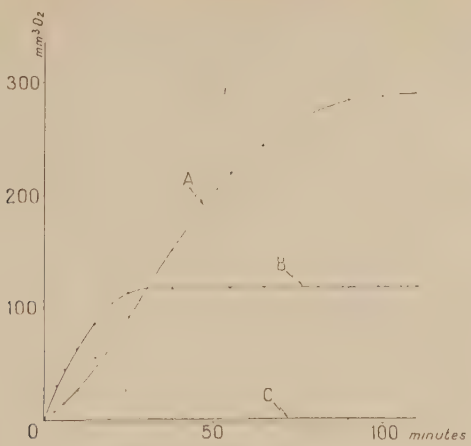


Fig. 1. — Absorption d'oxygène en présence de 0,125 mg de tyrosinase, A par 10^{-5} mol-g de *p*-crésol, B par 10^{-5} mol-g d'homocatéchol, C par 10^{-5} mol-g d'acide ascorbique.

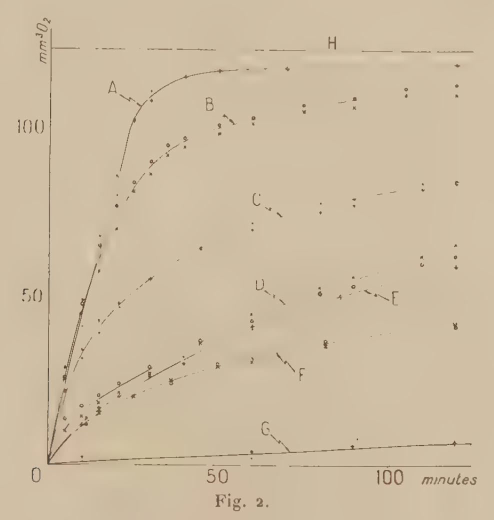


Fig. 2.

Fig. 2. — Absorption d'oxygène par le système tyrosinase-acide ascorbique (10^{-5} mol-g) comprenant 2.10^{-7} mol-g de différents mono et orthodiphénols.

A { ●●●● phénol,
 +++ pyrocatéchol;

B { ○○○○○ *p*-crésol,
 ××× homocatéchol;

C { ●●●● acide *p*-hydroxyphénylpropionique,
 +++ acide dihydroxy-3.4 phénylpropionique;

D { ○○○○○ acide *p*-hydroxycoumarique,
 ××× acide dihydroxy-3.4 coumarique;

E { ●●●● acide *p*-hydroxyphénylacétique,
 +++ acide dihydroxy-3.4 phénylacétique;

F { ○○○○○ tyrosine,
 ××× dihydroxy-3.4 phénylalanine;

G { ●●●● acide *p*-hydroxybenzoïque,
 +++ acide dihydroxy-3.4 benzoïque;

H 1/2 molécule d'O_2 par molécule de substrat.

l'acide ascorbique. Le phénol, le pyrocatéchol, le *p*-crésol, l'homocatéchol assurent les plus grandes vitesses initiales. Avec les composés phénoliques acides, la vitesse initiale est décroissante dans l'ordre suivant : acides *p*-hydroxy, ou dihydroxy-3.4 phénylpropioniques, -cinnamiques, -phénylacétiques. Les acides *p*-hydroxybenzoïque et dihydroxy-3.4 benzoïque sont très peu actifs. Avec les acides aminés, tyrosine et dihydroxy-3.4 phénylalanine, cette vitesse est nettement plus petite qu'avec les acides correspondants : *p*-hydroxyphénylpropionique et dihydroxy-3.4 phénylpropionique. Lorsque le système est constitué avec le phénol ou le pyrocatéchol l'oxydation se poursuit avec une vitesse constante jusqu'à ce que 80 % de l'acide ascorbique soient oxydés. Avec les phénols substitués les courbes s'infléchissent plus rapidement, ce qui révèle une inactivation progressive du système tyrosinase-phénol.

Les différences de vitesse initiale suivant la nature des substituants apparaissent, dans le cas des orthodiphénols, comme la conséquence directe de différences dans leur oxydabilité par la tyrosinase (catécholase), car on peut penser que la réaction entre les diverses orthoquinones et l'acide ascorbique est toujours très rapide [7]. L'expérience ne permet pas de connaître les raisons de l'inactivation progressive du système qu'on peut observer avec la majorité des phénols étudiés. Il apparaît cependant que cette inactivation concerne l'activité catécholasique puisqu'elle se révèle de la même manière avec les monophénols et avec les diphénols et que la réaction catécholasique est commune aux deux mécanismes [illegible]. La figure 2 montre que la marche de l'oxydation est, dans les conditions décrites, exactement la même lorsque le système est constitué à l'aide d'un monophénol ou lorsqu'il comprend l'orthodiphénol correspondant (mêmes substituants en position 4). Ce fait oblige à admettre que l'hydroxylation des monophénols les transformant en orthodiphénols (activité de crésolase) en présence d'oxygène et d'acide ascorbique [illegible], [illegible] est réalisée, chez tous les phénols étudiés, avec une vitesse au moins égale à celle de l'oxydation des composés orthodiphénoliques correspondants (activité de catécholase).

Ces résultats, comme ceux qui ont été obtenus avec les flavonoïdes hydroxylés [2], [illegible], montrent que les monophénols peuvent être de très efficaces transporteurs, capables d'assurer l'oxydation de l'acide ascorbique par la tyrosinase. Avec la tyrosinase étudiée et dans les conditions décrites, l'activité des monophénols est la même que celle des orthodiphénols correspondants.

(1) W. O. James, *Plant Respiration*, Clarendon Press, Oxford, 1953, p. 198.

(2) J. Lavollay, G. Legrand, G. Lehongre et J. Neumann, *Qualitas Plantarum et Materiæ Vegetabiles*, 3-4, 1958, p. 508.

(3) J. LAVOLLAY, G. LEGRAND, G. LEHONGRE et J. NEUMANN, *Résumé des communications du IVe Congrès International de Biochimie*, Vienne, 1958, p. 60.

(4) Dans ce tampon préparé avec des produits recristallisés et de l'acide chlorhydrique purifié par distillation, l'autoxydation de l'acide ascorbique est négligeable.

(5) Millimètres cubes d'oxygène par milligramme de préparation sèche d'enzyme et par heure.

(6) L'alcool est introduit pour permettre la dissolution de certains phénols. La présence de ce solvant ne modifie pas les résultats (2).

(7) L. P. KENDAL, *Biochem. J.*, 44, 1949, p. 442.

(8) Les composés phénoliques capables de constituer des systèmes d'activité permanente seraient seuls susceptibles de jouer un rôle dans le transport des électrons *in vivo*.

(9) R. C. KRUEGER, *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 5582.

(*Laboratoire de Chimie Agricole et Biologique du Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.*)

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du solvant sur la mutarotation des sucres. Action de la pyridine.* Note de Mme ANDRÉE DE GRANDCHAMP-CHAUDUN, présentée par M. René Fabre.

La pyridine diminue la vitesse de mutarotation des sucres réducteurs, glucose, fructose, galactose, maltose, et déplace le pouvoir rotatoire limite dans un sens qui dépend du sucre. La variation de $[\alpha]_D$ est réversible par simple dilution aqueuse. La technique chromatographique permet d'affirmer que la pyridine ne provoque aucune épimérisation des sucres étudiés.

L'étude de l'influence du solvant sur la mutarotation des sucres conduit à envisager deux cas, selon que le solvant agit simplement en modifiant la proportion relative des formes α et β qui coexistent en solution une fois l'équilibre optique réalisé, ou bien qu'il transforme profondément la molécule du sucre en donnant naissance à un ou plusieurs de ses dérivés. Au premier groupe de solvants appartiennent les mélanges d'eau et de divers alcools, les solutions de sels neutres; dans le second groupe, se place l'acide formique qui donne à froid avec les sucres réducteurs plusieurs esters formiques de ces sucres.

Nous nous sommes proposé de rechercher dans quelle catégorie il convient de ranger le pyridine dont certains auteurs ont signalé une action sur le pouvoir rotatoire de divers sucres (1).

Nous adressant, comme dans nos précédentes expériences, à trois oses, glucose, fructose, galactose, et à un oside réducteur, le maltose, nous avons suivi les variations au cours du temps du pouvoir rotatoire de ces sucres dissous dans la pyridine pure.

Voici les résultats obtenus :

A. — *Glucose :* 5 g pour 100 ml, $t = 21°$.

Temps (en 1/2 h).	$[\alpha]_D$.
1	+ 98°,6
2	95,4
3	93,9
4	92,6
5	91,3
6	90,3
7	89,4
10	87,6
48 (1j)	72,0
96 (2j)	70,1
192 (4j)	69,3
384 (8j)	69,3

B. — *Fructose :* 5 g pour 100 ml, $t = 20°$.

Temps (en 1/4 d'h.).	$[\alpha]_D$.
1	—121°,2
2	104,0
3	90,7
4	80,0
5	72,2
6	66,1
7	60,7
9	53,3
11	48,0
96 (1j)	41,3
192 (2j)	41,3

C. — *Galactose :* 2 g pour 100 ml, $t = 22°$.

Temps (en 1/4 d'h.).	$[\alpha]_D$.
1	+ 108°,8
2	95,1
3	84,6
4	78,0
6	71,3
8	67,5
12	64,2
24	60,8
48	59,2
96 (1j)	59,2

D. — *Maltose :* 2 g pour 100 ml, $t = 22°$.

Temps (en 1/4 d'h.).	$[\alpha]_D$.
1	+ 99°,4
2	104,3
3	107,2
5	110,1
9	112,8
18	114,2
48	115,6
96 (1j)	117,0
288 (3j)	117,0

En solutions aqueuses et dans les mêmes conditions, on obtient pour les pouvoirs rotatoires limites les chiffres suivants (en degrés) :

Glucose	+ 52,5	après 7 h
Fructose	— 92,1	» 1 h
Galactose	+ 80,5	» 6 h
Maltose	+135,6	» 9 h

On voit donc que, dans la pyridine :

1° l'équilibre optique est atteint plus lentement que dans l'eau;

2° le pouvoir rotatoire limite est déplacé dans un sens qui dépend du sucre étudié, sens des arcs croissants pour le glucose et le fructose, sens des arcs décroissants pour le galactose et le maltose.

Par ailleurs, le pouvoir rotatoire limite est indépendant de la concen-

tration du sucre (entre 0,5 et 6 g %) et le phénomène est totalement réversible par simple dilution aqueuse.

Enfin, la vitesse de migration des sucres étudiés (chromatographie descendante sur papier) est la même, que le sucre ait été dissous dans la pyridine ou dans l'eau.

Ces résultats sont identiques à ceux que nous avions observés pour les mélanges d'eau et de divers alcools : méthylique, éthylique, propylique, isopropylique [2]. La pyridine agit donc simplement en modifiant la proportion relative des formes α et β une fois réalisé l'équilibre optique des solutions, *sans provoquer, dans les conditions opératoires réalisées, la moindre épimérisation des sucres étudiés.*

(1) Browne et Zerban, *Sugar Analysis*, p. 281.

(2) A. de Grandchamp-Chaudun, *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 321 et *Bull. Soc. Chim. biol.*, 40, 1958, p. 887.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une dihydrovitamine* D_3.

Note de Mlle **Denise Billet**, présentée par M. René Fabre.

Préparation par hydrogénation en milieu éthéré au moyen du sodium et d'une amine secondaire d'un produit dénué de propriétés hypercalcémiantes.

Plusieurs dérivés dihydrogénés de la vitamine D_2 ou calciférol-2 (A) ont été obtenus et déjà décrits antérieurement (1), (2), (3), (4).

HO — CH_2 — CH_3 — R

(A)

CH_3 — HO — CH_3 — R

(B)

R =

Ces dérivés sont des diènes, isomères du dihydrotachystérol-2 (B) dont les propriétés hypercalcémiantes ont trouvé de larges applications en thérapeutique. Grâce à leurs propriétés chimiques, spectrographiques et biologiques, ces isomères ont pu être différenciés et ont reçu les désignations suivantes : dihydrovitamine D_2 I, dihydrovitamine D_2 II, dihydro-

tachystérol-2, dihydrovitamine D_2 IV, dihydrovitamine D_2 V, dihydrovitamine D_2 VI.

Ces substances ont été obtenues par des procédés d'hydrogénation différents, mais le plus souvent il ne se forme pas un diène unique et il existe presque toujours un mélange d'isomères dans la résine d'hydrogénation; de plus, les produits obtenus sont à l'état d'huiles et le plus souvent instables. Il est donc nécessaire de recourir à la préparation de dérivés susceptibles de cristalliser (3.5-dinitrobenzoates, phénylazobenzoates) et de saponifier ceux-ci pour obtenir l'alcool diénique pur.

Dans la série de la vitamine D_3 ou calciférol-3, le nombre de dérivés dihydrogénés préparés est plus restreint. Le dihydrotachystérol-3 a principalement été étudié en raison de l'intérêt physiologique de son homologue de la série 2. Ce diène a été, en effet, préparé par V. Werder, puis Van de Vliervoet; cet auteur a également obtenu et identifié les dihydrovitamines D_3 I et D_3 II; un autre isomère, mentionné par C. Baron et dénommé par lui sécocholestérol prendrait naissance à partir du cholestérol ou de la vitamine D_3.

Nous avons étudié l'hydrogénation de la vitamine D_3 en milieu étheré au moyen du sodium et d'une amine secondaire. Utilisant la N-méthylaniline, selon la technique décrite par P. Westerhof pour la vitamine D_2, nous avons obtenu, après traitement et purification par le 3.5-dinitrobenzoate, un produit huileux, dont le spectre ultraviolet mesuré dans l'éther, diffère des spectres ultraviolets des isomères jusqu'ici étudiés : λ_{max} : 243,5 mμ ($E_{1\,cm}^{1\,\%}$ 600); λ_{max} : 250 mμ ($E_{1\,cm}^{1\,\%}$ 608).

Le spectre infrarouge du produit, mesuré par évaporation de la solution chloroformique sur lame de sel gemme dénote l'absence de bande méthylénique à 985-995 cm^{-1}, indiquant qu'il n'y a plus de vitamine D_3 non transformée — l'absence d'une bande carbonyle, témoignant que le produit ne s'est pas oxydé (bande fréquemment observée dans les spectres infrarouges de ces diènes). La présence d'une bande à [illegible] cm^{-1} montre une double liaison [illegible]-éthylénique en position trans, et la présence d'une autre bande à [illegible] cm^{-1} est caractéristique d'un groupe C_3-OH en position équatoriale.

Des hydrogénations partielles de la vitamine D_3 effectuées à l'aide du nickel Raney (catalytique) ou lithium en milieu ammoniac liquide, ne nous ont pas permis d'obtenir ce dérivé. Il semble donc s'agir d'un isomère nouveau qui, à notre connaissance, n'a pas encore été mentionné.

Ajoutons que la même technique de réduction, appliquée à la vitamine D_2 avait permis à P. Westerhof de préparer un diène dont les constantes spectrographiques diffèrent légèrement des nôtres et pour lequel cet auteur a proposé la formule (C [illegible]), rendant compte du système de doubles-liaisons conjuguées mises en évidence par le spectre ultraviolet.

système qui diffère de ceux des autres dihydrovitamines D_2 obtenues antérieurement.

Il ne semble pas, d'après les essais, biologiques réalisés jusqu'ici que ce dérivé soit doué de propriétés hypercalcémiantes comme son isomère le dihydrotachystérol-3.

HO — CH₃ — R ; R =

(C)

(1) A. Windaus, O. Linsert, A. Lüttringhaus et G. Weidlich, *A.*, 492, 1932, p. 226.
(2) F. V. Werder, *Z. Phys. Chem.*, 260, 1939, p. 119.
(3) P. Westerhof et J. A. Keverling Buisman, *R.*, 76, 1957, p. 679-688.
(4) K. Schubert, *Bioch. Z.*, 327, 1956, p. 507-514; 328, 1956, p. 199-215.
(5) F. V. Werder, *Naturwiss.*, 43, 1956, p. 380.
(6) J. L. J. V. de Vliervoet, P. Westerhof, J. A. Keverling Buisman et E. Havinga, *R.*, 75, 1956, p. 1180-1186.
(7) V. de Vliervoet, *Thèse*, Leiden, 1956.
(8) C. Baron et N. Le Boulch, *Bull. Soc. Chim.*, 1958, p. 300.
(9) C. Baron, *Thèse Doctorat*, Paris, 1956.
(10) Vitamine D_3 cristallisée Philips-Roxane.
(11) Opération effectuée sous courant d'azote, à l'abri de la lumière.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Protéolyse de la caséine par la présure. Application de la méthode potentiométrique à* pH 7. Note (*) de M. **Jean Garnier**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

En utilisant un pH-mètre très stable et très sensible, la méthode potentiométrique à pH constant a pu être appliquée à l'étude de la protéolyse de la caséine totale par la présure cristallisée. Au cours de la phase spécifique d'action de la présure, environ $1,5.10^{-6}$ mole H^+ par gramme de caséine totale ont été titrées à pH 6,95.

L'activité protéolytique de la présure a été longtemps mise en doute : en effet, la protéolyse est particulièrement minime et, de ce fait, les procédés ordinaires d'étude des protéolyses enzymatiques sont peu utilisables. Après précipitation par l'acide trichloracétique à 2 %, l'azote soluble augmente d'environ 3,5 % de l'azote total au cours d'une première phase dite spécifique. La durée de cette phase spécifique correspond à peu près au temps nécessaire pour que 95 % du caséinate en solution précipite en présence d'une petite quantité d'ions Ca^{++}. Après cette protéolyse primaire, l'azote soluble dans l'acide trichloracétique continue à croître lentement

au cours d'une deuxième phase, dite phase de protéolyse générale. Cette dernière phase de protéolyse reste néanmoins assez limitée puisqu'elle aboutit, d'après Nitschmann et coll. ([illegible]), à la rupture d'une liaison pour 33 résidus d'amino acide à pH 6,8 après plusieurs heures à 25° C en présence d'une quantité considérable de présure.

Jusqu'à maintenant, il n'était possible d'étudier l'action primaire de la présure qu'en déterminant l'azote soluble dans l'acide trichloracétique. La méthode titrimétrique de Linderstrom-Lang n'est pas assez sensible, notamment en raison du fait que la protéine précipite au cours du titrage.

Nous avons cherché à titrer les groupes acides qui apparaissent à pH 7 lors de l'hydrolyse en utilisant la méthode potentiométrique continue selon Waley et Watson ([2]).

S'il s'agit de la rupture d'une liaison peptidique, il apparaît un groupe α aminé libre et, si l'hydrolyse est effectuée à un pH très supérieur au pK du groupe α aminé formé, un proton H^+ est libéré par liaison peptidique rompue selon :

$$-CO-NH- + H_2O \rightarrow -COO^- + H_2N- + H^+.$$

Par contre si le pH est voisin du pK toutes les liaisons peptidiques rompues ne sont pas titrées. Sachant, en effet, que la quantité de protons H^+ mesurée est donnée par l'équation :

$$pH = pK + \log \frac{RNH_2}{RNH_3^+}.$$

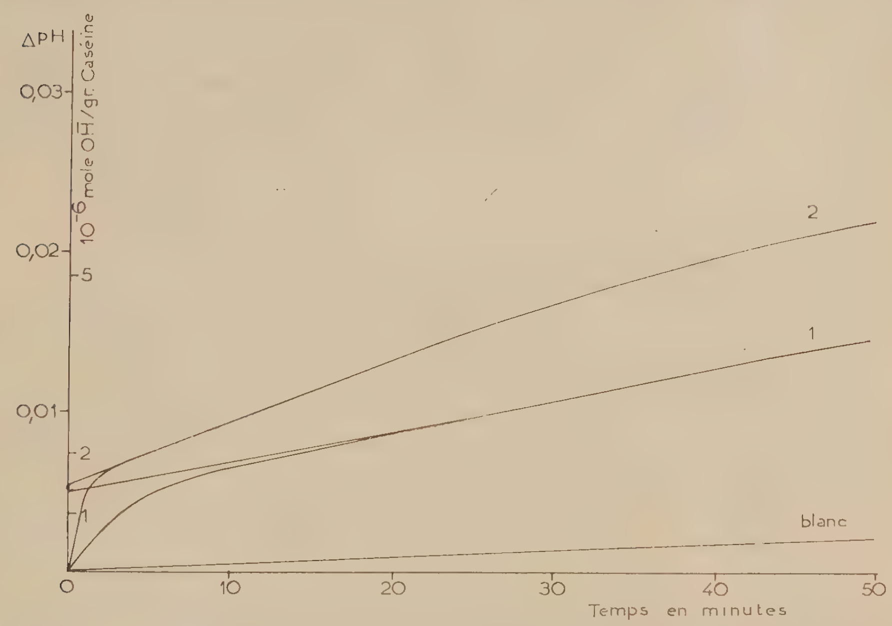
si par exemple $pH - pK = 0,6$, $RNH_2/RNH_3^+ = 4$, 80 % seulement des liaisons rompues sont titrées.

S'il s'agit de la rupture de liaisons esterphosphoriques, seules les liaisons où intervient la première acidité de l'acide phosphorique (pK 2,2) sont titrées en totalité.

Dans une première série d'essais nous avons effectué la protéolyse en milieu ClNa 0,1 M à pH 6,95 à 25° C. A ce pH, il est possible qu'une proportion importante de liaisons peptidiques rompues soient titrées. En effet, au cours de l'hydrolyse de la lactoglobuline par la chymotrypsine, Yon ([illegible]) a trouvé que le pK moyen des groupes α aminés est de 6,37. D'autre part, d'après Alais ([illegible]) et Nitschmann et coll. ([illegible]), pendant la phase spécifique d'action de la présure, les produits libérés sont de poids moléculaire élevé. Donc, si ces produits sont libérés par coupure de liaisons peptidiques, le pK moyen des groupes α aminés doit être relativement bas, et compris entre 6 et 8 d'après Klotz ([6]).

Les mesures de protéolyse n'ont pu être effectuées qu'en utilisant un pH-mètre très stable et sensible ([illegible]). En effet, la variation du pH au cours de la phase spécifique est de l'ordre de 0,002 à 0,010 unités pH. Les mesures

ont été faites sous atmosphère d'azote dans un vase contenant 10 ml de solution de caséine et de présure cristallisée, placé dans un bain-marie permettant d'obtenir une température constante à ± 0,005° C. Nous avons réalisé l'agitation à l'aide d'un petit moteur à vitesse variable, entraînant une spatule de verre plongeant dans la solution. La température de la pièce où ont été faites les mesures a été maintenue à 23 ± 0,5° C. La caséine utilisée a été préparée à partir du lait de vache par précipitation à pH 4,7



L'abaissement du pH (exprimé en unité pH) a été suivi en fonction du temps. Nous avons traduit sur le graphique les variations du pH en mole d'ion OH^- qu'il aurait fallu ajouter pour maintenir le pH constant, d'après le pouvoir tampon de la solution mesuré par ailleurs.

Les courbes 1 et 2 ont été corrigées en retranchant pour chaque point la dérive.

La caséine totale a été utilisée à la concentration $s = 22$ mg/ml et la présure cristallisée aux concentrations : $e = 1,4$ μg/ml pour la courbe 1 et $e = 14$ μg/ml pour la courbe 2.

et mise en solution à pH 7. Les opérations de précipitation et de mise en solution ont été répétées quatre fois. Nous avons terminé la préparation par lyophilisation de la solution à pH 7 sans traitement ni à l'éther ni à l'alcool.

Comme la variation de pH observée est très faible, et après avoir vérifié que le pouvoir tampon : $2,7.10^{-4}$ mole OH^-/g caséine/unité pH, est constant sur 0,05 unité pH, nous avons suivi la réaction en notant seulement le pH (*fig.*). L'addition de soude qui sert habituellement à maintenir le pH constant a donc été supprimée. L'allure des courbes obtenues en suivant au cours du temps la diminution du pH est tout à fait comparable

à celle des courbes exprimant l'azote soluble dans l'acide trichloracétique 2 %.

Au cours de la phase spécifique nous titrons environ $1,5.10^{-6}$ mole H^{+} par gramme de caséine totale à pH 6,95. Il n'est pas encore possible de dire si ces liaisons coupées par la présure cristallisée dans la caséine totale sont uniquement des liaisons peptidiques. Mais on peut dire cependant que le nombre de liaisons rompues doit être très faible. Ce petit nombre de liaisons rompues peut s'expliquer en partie en supposant que, parmi les différentes protéines constituant la caséine l'une d'entre elles seulement est particulièrement sensible à l'action de la présure. L'attaque de cette protéine par la présure supprimerait suivant l'hypothèse de Linderstrom-Lang (8) l'action protectrice qu'elle exerce sur les autre protéines vis-à-vis des ions Ca^{++}.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) Hs. Nitschmann et R. Varin, *Helv. Chim. Acta*, 34, 1951, p. 1421.

(2) S. G. Waley et J. Watson, *Biochem. J.*, 55, 1953, p. 328.

(3) J. Yon, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 39, 1957, p. 1163.

(4) C. Alais, *XIVe Congr. Intern. Laiterie*, Rome, 2, 1956, p. 823.

(5) Hs. Nitschmann, H. Wissmann et R. Henzi, *Chimia*, 11, 1957, p. 76.

(6) I. M. Klotz, *A Symposium on the mechanism of enzyme action*, John Hopkins Press, 1954.

(7) Vibron electrometer, Electronic Inst. Ltd.

(8) K. Linderstrom-Lang, *C. R. Trav. Carlsberg*, 17, 1929, p. 1.

(*Station centrale de Microbiologie et Recherches Laitières, Jouy-en-Josas, Seine-et-Oise.*)

ENZYMOLOGIE. — *Isolement et caractérisation de la thiamine-pyrophosphatase acide extraite d'une souche de* Saccharomyces cerevisiæ. Note (*) de

M. **Jean Tavlitzki**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

Étude des propriétés de la thiamine-pyrophosphatase acide avant et après purification. La préparation purifiée montre une spécificité très nette vis-à-vis de la cocarboxylase.

Les résultats de l'étude de certaines propriétés des thiamine-pyrophosphatases de souches de *Saccharomyces cerevisiæ* ont fait l'objet d'une Note récente (1). Rappelons que chacune des deux souches étudiées est caractérisée par une thiamine-pyrophosphatase différente, l'une acide et d'activité élevée (souche 276 *b*), l'autre alcaline et dont l'activité est faible (276 *a*), et que la présence de ces enzymes est génétiquement contrôlée.

Nous présentons ici les résultats fournis par l'étude enzymologique de

la thiamine-pyrophosphatase acide avant et après purification. Celle-ci comporte les stades suivants :

a. Précipitation de protéines inactives par traitement thermique (1 mn à 80° C);

b. Précipitation de protéines inactives par addition de sulfate d'ammonium (0,9 S), puis d'alcool éthylique (37 %).

La préparation purifiée est environ 15 fois plus active que le broyat initial. Le tableau suivant résume les données recueillies et permet de comparer les résultats obtenus à l'aide de la thiamine-pyrophosphatase à ceux qu'on obtient avec les broyats non purifiés ([2]), ([3]).

	Broyat.	Enzyme purifiée.
1° Activité en fonction du pH :		
a. pH optimum	2,7	3,2
b. Activité au pH optimum	410	5 700
c. % d'activité à pH 6	40	45
d. % » à pH 8,6	0,15	0,2
2° Activité en fonction de la concentration en substrat :		
a. K_M (*)	$3,4 (\pm 0,2).10^{-5}$	$2,9 (\pm 0,2).10^{-5}$
b. Vitesse maximum (**)	$1,4 (\pm 0,2).10^{-5}$	$18,6 (\pm 0,4).10^{-5}$
3° Activité en fonction de la température :		
Constante d'Arrhénius E (***)	7 300	10 000
4° Action de la température sur la stabilité de l'enzyme :		
Constante d'Arrhénius E	10 000	5 800
5° Stimulation par l'ion Mg^{++} (%) (****)	30	34

(*) Molécules-grammes de cocarboxylase par litre.

(**) Moles de cocarboxylase hydrolysée par heure, par milligramme de protéines.

(***) Calories.

(****) $SO_4Mg, 7H_2O\ 3.10^{-3}$ M.

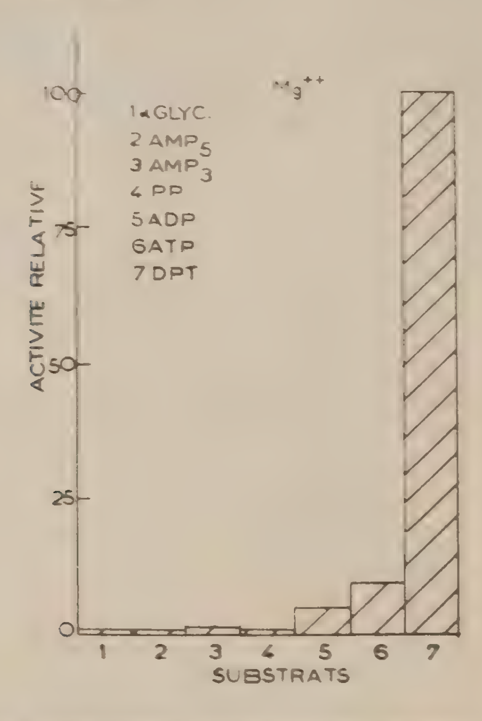
On peut remarquer que :

1° Les valeurs de K_M déterminées pour le broyat et pour l'enzyme purifiée ne sont pas significativement différentes l'une de l'autre. Ceci rend peu vraisemblable que le broyat de cellules contienne une autre enzyme catalysant l'hydrolyse pyrophosphatasique de la cocarboxylase que celle qui a été purifiée, conception avec laquelle les autres données sont en accord;

2° Au pH optimum (8,6) de la thiamine-pyrophosphatase alcaline ([1]), les activités relatives des préparations non purifiée et purifiée sont très faibles et du même ordre de grandeur, ce qui est en accord avec la conclu-

sion selon laquelle la souche 276 *b* ne contient pas de thiamine-pyrophosphatase alcaline.

Les résultats de l'étude de la spécificité de la préparation purifiée sont réunis dans la figure suivante ([illegible]), les activités étant mesurées en présence de magnésium (5.10 [illegible] M) et la concentration de chacun des substrats étant de 2.10 [illegible] M, concentration qui assure 90 % de la vitesse maximum vis-à-vis de la cocarboxylase.



On notera que la préparation enzymatique purifiée est beaucoup plus active à l'égard de la cocarboxylase qu'à l'égard des autres substrats essayés. Cette spécificité très nette vis-à-vis de la cocarboxylase ainsi que la valeur du K_m permettent de conclure que la thiamine-pyrophosphatase acide étudiée ici diffère des autres enzymes qui catalysent l'hydrolyse pyrophosphatasique de la cocarboxylase ([illegible]), ([illegible]) et qu'elle n'a pas été décrite jusqu'à présent.

(*) Séance du 20 octobre 1958.

(¹) J. Tavlitzki, *Comptes rendus*, 247, 1958, p. 1405.

(²) Conditions des tests d'activité : protéines de broyat : 10 μg/ml ou protéines de la préparation purifiée : 0,5 μg/ml; cocarboxylase : [illegible] M; incubation de [illegible] mn à 28° C. Tampon véronal acétate M/5 [illegible] q. s. 5 ml. Dosage de l'ion orthophosphate libéré selon M. Rockstein et P. W. Herron, *Anal. Chem.*, 23, 1951, p. 1500.

([3]) Activité spécifique : microgrammes de phosphore libéré par heure et par milligramme de protéines.

([4]) Abréviations : DPT, diphosphothiamine, carboxylase; ATP, adénosine triphosphate; ADP, adénosine diphosphate; PP, pyrophosphate; AMP, adénosine 5'-monophosphate; AMP_3, adénosine 3'-monophosphate; α-glyc., α-glycérophosphate.

([5]) H. G. K. WESTENBRINK et coll., *Enzymologia*, 9, 1940, p. 73; H. G. K. WESTENBRINK et D. A. VAN DORP, *Enzymologia*, 10, 1942, p. 212.

([6]) A. KORNBERG et W. E. PRICER Jr., *J. Biol. Chem.*, 182, 1950, p. 763.

(*Laboratoire de Chimie biologique, Institut de Biologie Physico-chimique, 13, rue Pierre-Curie, Paris*, 5e.)

PHARMACOLOGIE. — *Dérivés de l'héparine. Les héparides.* Note (*) de MM. LÉON VELLUZ, GÉRARD NOMINÉ et ANDRÉ PIERDET, transmise par M. Charles Dufraisse.

Les auteurs préparent la N-désulfohéparine, ou héparamine, par méthanolyse de l'acide héparinique et saponification. La condensation de l'héparamine sur divers chlorures d'acides fournit une classe nouvelle de dérivés, les héparides. Certains héparides issus d'acides benzoïques substitués exercent tout l'effet clarifiant de l'héparine, sur le plasma hyperlipémique, tandis qu'ils sont presque inactifs sur la coagulation.

Comme nous le montrons ici, l'alcoolyse de l'acide héparinique, I*a* ([1]), permet de réaliser l'attaque prédominante des liaisons amides et d'accéder à une polyamine, I*b*, dont le benzoate est bien défini, I*c* ($R' = C_6H_5$). Par processus inverse, l'amidification de cette polyamine conduit, selon l'acide mis en œuvre, soit à régénérer l'héparine elle-même, I*a*, soit à obtenir une nouvelle famille de dérivés, I*c*, qui fait l'objet de cette Note : les héparides.

I($n \sim 10$).

(I*a* : $R = SO_3H$; I*b* : $R = H$; I*c* : $R = CO - R'$)

a. Par méthanolyse ménagée de l'acide héparinique, nous avons séparé sous forme brute, avec un rendement de 85 %, le sel sodique de l'ester carboxyméthylique de la N-désulfohéparine, $[\alpha]_D^{20} + 70° \pm 5$ ($c = 1$ %, eau). La saponification ultérieure par la soude à pH 10 a fourni, sous forme de sel de sodium non purifié, la N-désulfohéparine, I*b*, que nous proposons d'appeler *héparamine*, $[\alpha]_D^{21} + 70° \pm 5$ ($c = 1$ %, eau). Aux fins de purification et d'identification, on a préparé et analysé la N-benzoylhéparamine.

La solution de 4,5 g d'héparinate de sodium anhydre (titrant 145 unités anticoagulantes par milligramme, $[\alpha]_D + 45^\circ$ dans l'eau à 1 %) dans 25 ml d'eau et 12,5 ml de méthanol est passée sur 20 ml de résine Dowex 50 — $H^{\oplus}$. Après addition de 2,5 ml de soude N puis de méthanol pour atteindre une teneur en eau de 10 %, on chauffe au reflux pendant 15 mn, filtre et lave. Rdt 3,2 g.

Pour saponifier, on dissout dans 70 ml d'eau, ajoute de la soude jusqu'à pH 10 et chauffe à 80° pendant 2 h 30 mn. On précipite par le méthanol. Rdt 3,0 g. On vérifie facilement sur cette substance la présence des fonctions aminées libres, à l'aide de la réaction de Folin. Le titrage potentiométrique de ces fonctions est effectué par addition de soude 0,1 N à la solution de 175 mg d'héparamine (sel de sodium) dans 10 ml d'eau et 6 ml d'acide chlorhydrique 0,1 N. On observe à pH 6,0 et 10,2 deux inflexions de la courbe de neutralisation que sépare l'introduction de 3,5 cm³ de soude, ce qui correspond à 2,8 % d'azote basique (calculé pour la formule I_b : 2,6 %).

On traite 0,50 g du sel de sodium d'héparamine ci-dessus dans 10 ml de solution saturée de bicarbonate de soude par 1 ml de chlorure de benzoyle dans 10 ml de benzène. Après agitation pendant 3 h, on acidifie à pH 3 par l'acide formique, sépare le benzène et précipite par 10 vol d'éthanol. Rdt. 0,51 g.

Analyse : $C_{76}H_{85}O_{65}N_4S_7Na_7 = 2480$, calculé %, C 36,80; H 3,45; N 2,26; S 9,05; trouvé %, C 36,65; H 3,5; N 2,1; S 8,3.

Le spectre ultraviolet déterminé dans l'eau confirme, par son maximum à 228 mμ ($E^{1\%}_{1cm} = 161$), la présence de groupes benzoyles liés exclusivement à l'azote.

L'héparamine est biologiquement inactive. Mais en condensant sur cette amine l'anhydride sulfurique en pyridine, on régénère, avec des rendements variables selon les conditions, l'héparine de départ. Celle-ci est identifiée par l'analyse et par ses effets caractéristiques sur la coagulation du sang et sur la clarification du sérum hyperlipémique (clearing factor). Cette transformation inversée, de l'héparamine vers l'héparine, confirme la sélectivité convenable de la réaction initiale d'alcoolyse. Elle démontre aussi l'absence pratique de dépolymérisation des structures au cours des traitements.

b. En condensant sur l'héparamine divers chlorures d'acides, on accède à des dérivés nouveaux, pour lesquels nous proposons le terme d'*héparides*. Dans le cas du chlorure de benzoyle, indiqué ci-dessus, on obtient la N-benzoyl-héparamine, qu'on peut commodément appeler héparide benzoïque.

On accède à d'autres héparides en faisant intervenir le chlorure d'acétyle, le chloroformiate d'éthyle, le chlorure de méthane sulfonyle. De façon analogue, on prépare les héparides dérivés des chlorures de *p*-toluyle, β-naphtoyle, *p*-acétoxybenzoyle, tosyle, *p*-nitrobenzoyle, 3.5 dinitrobenzoyle, 3.5 diméthylbenzoyle, etc. Comme on l'a vu pour l'héparamine, on obtient dans un premier temps les esters carboxyméthyliques. Nous donnons à titre d'exemple le sel sodique de l'héparide-ester dérivé du chlorure de 3.5 dinitrobenzoyle, $[\alpha]_D + 94^\circ \pm 2$ ($c = 1$ %, eau).

On traite 0,44 g de sel de sodium d'héparamine-ester dans 10 ml de solution saturée de bicarbonate de soude par 1,13 g de chlorure de 3.5-dinitrobenzoyle dans 10 ml de benzène.

Après agitation pendant 3 h, on acidifie à pH3 par l'acide formique, sépare le benzène et précipite par 10 vol d'éthanol. Rdt 0,53 g.

Analyse : $C_{80}H_{85}O_{81}N_{12}S_7Na_7 = 2896$, calculé %, C 33,17; H 2,96; N 5,8; S 7,74; trouvé %, C 32,8; H 3,0; N 5,4; S 7,6.

Plusieurs héparides benzoïques substitués ont retenu notre attention. Nous citons plus particulièrement les dérivés 3.5-dinitré et 3.5-diméthylique, sous la forme d'esters ou d'acides, sur lesquels les essais biochimiques ont révélé l'absence de propriétés anticoagulantes, mais par contre la restauration des effets clarifiants de l'héparine sur les sérums hyperlipémiques (2). A notre connaissance, il s'agit là du premier exemple connu de franche disparition des effets hépariniques, suivie de génération élective d'un seul de ces effets en substituant aux restes sulfuriques liés à l'azote de l'héparine certains groupes aroylés.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) La structure I*a* est justifiée, pour l'héparinate de sodium, par nos résultats analytiques (calculé %, C 22,52; H 2,40; N 2,19; S 13,78; trouvé %, C 22,6; H 2,7; N 2,2; S 13,8). Elle ne diffère de celle de WOLFROM (*J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 5796) que par l'adjonction d'un reste sulfurique à l'oxygène, sur huit unités de monosaccharide.

(2) Comme pour l'héparine, le seuil de ces effets, chez le Chien, apparaît pour 50 μg/kg. Les détails expérimentaux et l'ensemble des résultats biologiques seront publiés séparément.

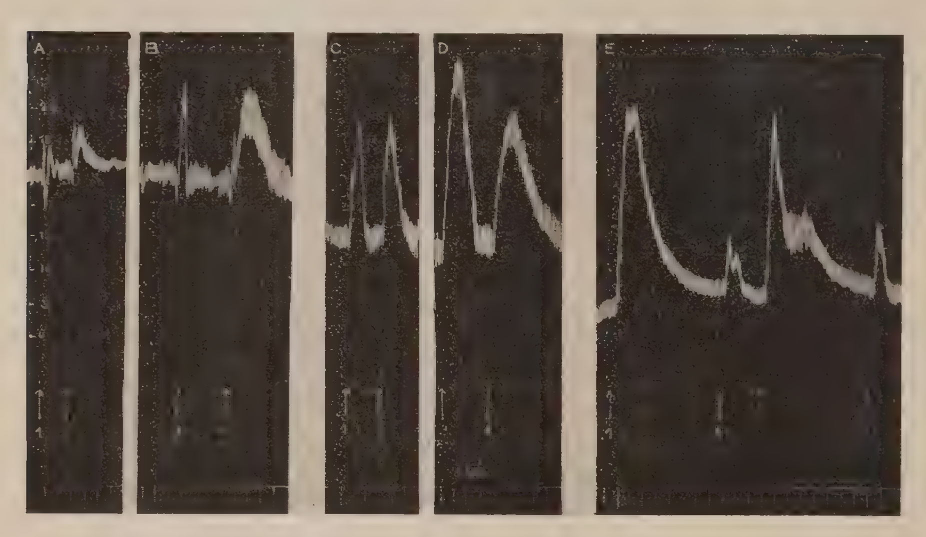
PHARMACOLOGIE. — *Analogie des effets de la réserpine et de l'énervation sur la réponse aux amines sympathicomimétiques*. Note (*) de M. **HENRI SCHMITT** et Mme **HÉLÈNE SCHMITT**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Récemment, Holzbauer et Vogt (1), Carlsson et Hillarp (2) ont montré que la réserpine provoque une chute importante du taux des catécholamines dans l'organisme, et particulièrement dans les ganglions sympathiques et les glandes médullosurrénales (3). D'autre part, selon certains auteurs, la disparition de la libération continue de noradrénaline par les terminaisons nerveuses postganglionnaires sympathiques entraînerait l'hypersensibilité des organes énervés à ce médiateur chimique (4), (5), (6), (7). Dans ces conditions, les modifications qu'exerce la réserpine sur les effets des amines sympathicomimétiques seraient analogues à celles d'une énervation. C'est ce que nous avons cherché à voir en étudiant l'influence de la réserpine sur les réactions cardiovasculaires d'un certain nombre d'amines sympathicomimétiques chez le Chien chloralosé (0,10 g/kg), atropinisé (0.5 mg/kg).

De nombreux auteurs (8), (9), (10) ont déjà signalé l'hypersensibilité à l'adrénaline et à la noradrénaline après injection de réserpine. Nous avons constaté qu'elle débute 1 h 30 à 3 h après l'injection de réserpine, s'accroît

avec le temps, atteint un maximum de 5 à 10 fois la sensibilité normale 16 à 20 h après l'administration et peut persister jusqu'à 15 jours.

Nous avons également constaté une hypersensibilité à d'autres catécholamines — dihydroxyphényléthylamine, dihydroxyéphédrine (corbasil, cobéfrine) et dihydroxyphényléthylamine — mais cette hypersensibilité n'excède pas 3 à 4 fois la sensibilité normale.



Chien ♂,3 kg, 0,10 g/kg de chloralose, 0,5 mg/kg de sulfate d'atropine I. V. 10 mn avant A. C. et D.
Ligne supérieure : Pression artérielle fémorale enregistrée au manomètre à mercure.
Ligne inférieure : Temps en minutes.

En 1 : Injection I. V. de 0,010 mg d'adrénaline.
En 2 : Injection I. V. de 0,010 mg de noradrénaline.
En 3 : Injection I. V. de 0,500 mg de phényléthylamine.
En 4 : Injection I. V. de 1 mg de tyramine.
En A et B : Réponses test.
En C et D : 2 h après l'injection I. V. de 1 mg/kg de réserpine : Sensibilisation aux quatre amines.
En E : 24 h après l'injection de réserpine : sensibilisation considérable aux effets de l'adrénaline et de la noradrénaline, désensibilisation aux effets de la phényléthylamine et de la tyramine.

Avec les amines monophénoliques, la hausse tensionnelle provoquée par la néosynéphrine est potentialisée avec une intensité comparable à celle de l'adrénaline et de la noradrénaline, tandis que les effets du sympathol ne sont accrus que beaucoup plus modestement.

Les modifications apportées par la réserpine aux actions de la phényléthylamine et de la tyramine sont également semblables à celles de l'énervation. Au cours des premières heures suivant l'injection, on observe une potentialisation des effets des deux amines, potentialisation supérieure même à celle observée avec l'adrénaline et la noradrénaline et particulièrement marquée avec la phényléthylamine. Mais, après 24 à 48 h,

la sensibilité aux deux amines est nettement diminuée par rapport à celle observée avant l'injection de réserpine.

Nous avons observé un phénomène analogue avec l'éphédrine.

L'ensemble de ces résultats permet de rapprocher les effets qu'exerce la réserpine sur les actions des amines sympathicomimétiques de ceux que provoque l'énervation.

En effet, après énervation préganglionnaire ([11]) et dans les premières heures qui suivent l'énervation postganglionnaire ([12]), on observe, sur la membrane nictitante du chat, une potentialisation des effets de toutes les amines sympathicomimétiques et en particulier de la phényléthylamine et de la tyramine. Les modifications tardives apportées par l'énervation postganglionnaire ([5]), ([6]), ([12]), ([13]) se caractérisent par une augmentation de la sensibilité aux catécholamines et aux amines monophénoliques et par une désensibilisation aux effets de la phényléthylamine, de la tyramine et de l'éphédrine.

De plus, d'après Fleckenstein et Bass ([5]), l'hypersensibilité des organes énervés serait due à la perte de l'activité continuellement entretenue par les petites quantités de médiateur libérées par les terminaisons postganglionnaires. Or, la réserpine diminue le taux de la noradrénaline dans les fibres postganglionnaires, entraînant une diminution des effets hypertenseurs de la nicotine que nous avons également constatée ([14]).

Ainsi, la réserpine semble provoquer une énervation pharmacologique, vraisemblablement par la diminution du taux de noradrénaline qu'elle provoque.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

([1]) Holzbauer et M. Vogt, *J. Neurochem.*, 1, 1956, p. 8.
([2]) A. Carlsson et N. A. Hillarp, *Kgl. fysiograph. Sälskap Lund Förh*, 26, 1956, p. 90.
([3]) E. Muscholl et M. Vogt, *J. Physiol.* (Londres), 141, 1958, p. 132.
([4]) U. S. von Euler et A. Purkhold, *Acta physiol. Scand.*, 24, 1952, p. 212.
([5]) A. Fleckenstein et H. Bass, *Arch. Exp. Pathol. Pharmakol.*, 220, 1953, p. 143.
([6]) A. Fleckenstein et D. Stöckle, *Arch. Exp. Pathol. Pharmakol.*, 224, 1955, p. 401.
([7]) H. Balzer et P. Holtz, *Arch. Exp. Pathol. Pharmakol.*, 227, 1956, p. 547.
([8]) H. J. Bein, *Experientia*, 9, 1953, p. 107.
([9]) H. J. Bein, F. Gross, J. Tripod et R. Meier, *Schweiz. Med. Wschr.*, 83, 1953, p. 1007.
([10]) A. J. Plummer, A. Earl, J. A. Schneider, J. Trapold et W. Barret, *Ann. New-York Acad. Sc.*, 59, 1954, p. 8.
([11]) M. F. Lockett, *Brit. J. Pharmacol.*, 5, 1950, p. 485.
([12]) J. R. Innes et H. W. Kosterlitz, *J. Physiol.* (Londres), 124, 1954, p. 25.
([13]) Z. M. Bacq, *Arch. Int. Pharmacod. Therap.*, 55, 1937, p. 190.
([14]) H. Schmitt et Mme H. Schmitt, *Comptes rendus*, 245, 1957, p. 2426.

(*Laboratoire de Thérapeutique de la Faculté de Médecine de Paris.*)

VIROLOGIE. — *Une nouvelle méthode d'identification des virus* TMV *et* x [1]. *Application à l'étude des relations entre l'Orobanche et le Tabac, en presence de ces deux virus.* Note [*] de MM. **Camille Izard** et **Théo Berg**, transmise par M. Pierre Dangeard.

Recherchant une méthode rapide d'identification spécifique des virus TMV et x, nous avons trouvé avantage à combiner la chromatographie circulaire avec la technique de précipitation d'un système antigène-anticorps. Le suc obtenu par pression du limbe à éprouver est centrifugé à 3 000 t/mn; une goutte de surnageant est déposée auprès d'une goutte d'antisérum dilué au quart (ClNa 0,95 %), au centre d'un carré de papier Whatman n° 1 de 12 cm de côté, muni d'une mèche de 6 mm de large; aussitôt le dépôt effectué, on chromatographie sans sécher, en boîte de Pétri et sur un tampon phosphate pH 7. Après un quart d'heure, le papier est séché à plat (100° C) et traité par une solution alcoolique à 0,1 % de bromophénol bleu et à 10 % de chlorure mercurique (15 mn). Après lavage à l'eau courante, la réaction est positive si *une ligne* bleue apparaît entre les deux taches. Celles-ci ne doivent être ni trop près, ni trop éloignées mais se toucher par diffusion dans le papier. La réaction est très nette pour TMV mais plus discrète pour x; elle est négative pour le virus y. En outre, nous avons vérifié qu'elle ne se produisait pas avec un sérum normal ou encore, avec des jus de plantes saines. Cette méthode, permet de différencier sur le même chromatogramme les virus TMV et x (mèche de 3 mm) : on dépose au centre du papier, le jus inconnu et de part et d'autre, les *antiserums* TMV et x; dans ces conditions, la ligne apparaît du côté de l'antisérum spécifique. La methode proposée a ete vérifiée par le test de microprécipitation [E. Van Slogteren, 1955 [2]] et par la technique de double diffusion dans un gel de Ouchterlony [D. H. M. Van Slogteren, 1958 [3]]; elle est apparue comme étant fidèle, très rapide et a été appliquée entre autres, à l'étude des relations entre l'Orobanche (*Phelipaea ramosa*) et le Tabac, en présence des virus TMV et x.

Dix plantes de tabac venues en plein champ et parasitées par l'Orobanche, ont été repiquées en pots et transportées en serre; au prélèvement, les plantes étaient écimées, l'Orobanche ayant de 3 à 10 cm de haut. L'inoculation fut opérée suivant le schéma ci-après :

N°s des pots...	I.	III, IV, V.	II, VII, X, XI.	VIII, IX.
Inoculation......	Témoin non inoculé	Virus x à l'Orobanche	Virus TMV au Tabac	Virus TMV à l'Orobanche

L'inoculation des tabacs a été faite, suivant la méthode classique, sur trois feuilles du bourgeon supérieur. Pour l'Orobanche, outre l'inocu-

lation par frottement des hampes en présence de carborandum, nous avons effectué une série d'injections. Huit jours après le repiquage en pot, les Orobanches XI, VIII, IX, VII, IV et V commencèrent à flétrir, le sol étant trop humide. Douze jours après l'inoculation, les tests de précipitation étaient positifs dans les feuilles du bourgeon inoculé des tabacs X, XI, II et VII mais aucun symptôme n'était visible. Toutes les Orobanches pouvant être éprouvées après 19 jours (X, II et III) étaient saines. Après 20 jours, les premiers symptômes apparaissaient sur les fleurs du bourgeon inoculé (tabacs VII et XI) le reste de la plante paraissant sain; huit jours plus tard, la méthode de chromatographie circulaire, appliquée aux Orobanches II, III et X, donnait des résultats négatifs pour x et TMV. Tous les tabacs ont été ensuite examinés (tableau I).

Tableau I.

Plantes Tabac.	Chromatographie avec *antiserums*.		Microprécipitation.		Double diffusion en gel d'Ouchterlony.	
	TMV.	x.	TMV.	x.	TMV.	x.
XI *s*	+	—	+	—		
XI *i*	—	—	—	—		
XI Fleurs	+	-	+	—		
X *s*	+	—	+	—		
X *i*	+	—	+	—		
X *s*	—	—				
X *i*	—	—				
VIII *s*	—	—				
VIII *i*	—					
VII *s*	+	—	+	—	+	—
VII *i*	—	—	—	—	—	—
VII Fleurs	+	—	+	—		
II *s*	+	—	+	—		
II *i*	+	—	+			
V *s*						
V *i*	—	—				
IV *s*	—	—				
IV *i*	—	—				
III *m*						

s, bourgeon supérieur; *i*, bourgeon inférieur; *m*, bourgeon médian.

Dans tous les cas où une réaction positive était décelée, les symptômes étaient peu visibles, sauf sur les fleurs. Après 34 jours, toutes les plantes furent déterrées; nous avons prélevé sur chacune d'entre elles un certain nombre de racines ainsi que de très jeunes Orobanches, chaque fois que

cela fut possible : en effet, certains tabacs apparemment dépourvus d'Orobanche (VII et V) étaient, en fait, parasités (tableau II).

TABLEAU II.

Nos des pots.		Chromatographie avec *antiserums*. TMV.	Chromatographie avec *antiserums*. *x*.	Microprécipitation. TMV.	Microprécipitation. *x*.
XI	Racines........	— — —		—	—
X	Orobanche.....	— — —			
	Racines........	+ + +		+	—
IX	Racines........	— — —		—	—
VIII	Racines........	— — —		—	—
VII	Orobanche.....	— — —		—	—
	Racines........	+ + +		+	—
II	Orobanche.....	— — —		—	—
	Racines........	+ + +		+	—
V	Orobanche.....	— — —	— — —	—	—
	Racines........		— — —	—	—
IV	Racines........		— — —	—	—
III	Orobanche.....	— — —	— — —	—	—
	Racines........			—	

Des observations résumées ci-dessus, il ressort que :

a. le virus de la mosaïque du Tabac est susceptible de se multiplier dans une plante parasitée par l'Orobanche ;

b. il semble que, dans nos conditions expérimentales, il n'est pas possible de transmettre les virus TMV et x par inoculation directe de l'Orobanche ;

c. le TMV ne passe pas du Tabac à l'Orobanche, c'est ainsi que les racines des plantes X, VII et II sont infectées alors que l'Orobanche reste saine. Ce résultat s'oppose aux conclusions de P. Manil et A. Gratia (1937) ([4]) qui signalent la présence du virus dans une seule touffe d'*Orobanche minor* parasitant un tabac mosaïqué ;

d. les symptômes de la virose restent faibles ; l'hypothèse d'un inhibiteur de virus présent dans les graines ou les hampes de l'Orobanche et transmissible au Tabac, a été écartée après diverses expériences effectuées d'après le protocole donné par Crowley (1955) ([5]).

Étant donné que nous avons trouvé chez l'Orobanche de l'arginine libre, en quantité relativement élevée, on peut penser que, par suite du parasitisme, le métabolisme azoté de l'hôte est perturbé ; cette perturbation entraînerait par voie indirecte, une atténuation des symptômes.

([*]) Séance du 27 octobre 1958.

([1]) TMV, virus de la Mosaïque du Tabac ; x, virus x de la pomme de terre.

([2]) E. VAN SLOGTEREN, *Ann. Appl. Biol.*, 42, 1955, p. 122-128.

(3) D. H. M. Van Slogteren, *IIe Cong. Scient. Intern. Tabac*, Bruxelles, 1958.
(4) P. Manil et A. Gratia, *C. R. Soc. Biol.*, 126, 1937, p. 67-69.
(5) N. C. Crowley, *Austr. J. Biol. Sc.*, 8, n° 1, 1955, p. 56-67.

(*Institut Expérimental des Tabacs, Bergerac.*)

CANCÉROLOGIE. — *Essais de cancérisation de Souris par la combinaison d'une surcharge œstrogénique et d'une modification de l'équilibre acido-basique du régime.* Note de MM. **Pierre Brocq, Jean Verne** et **Paul C. J. Roth** (1), présentée par M. Robert Courrier.

A la suite d'expériences réalisées avec des lapines, nous avions obtenu, avec cette combinaison, des fibromes et des fibro-myomes, mais seulement chez les lapines ayant été soumises au régime de l'eau alcalinisée par 12,5 g de CO_3NaH pour 1000 ml, alors que les lapines qui, ayant reçu une surcharge æstrogénique analogue, mais qui avaient été soumises au régime de l'eau acidifiée par 2 ml de CH_3COOH pour 1000 ml n'en présentèrent jamais aucun. Si l'on renversait, alors, l'administration des régimes, on obtenait, chez les lapines préalablement soumises au régime alcalinisé, la disparition ou la calcification des tumeurs et, chez les lapines préalablement soumises au régime acidifié, l'apparition de tumeurs.

Comme, malheureusement, il est très difficile d'obtenir avec ce matériel des tumeurs malignes, tout au moins en utilisant des moyens physiologiques, nous résolûmes de nous adresser à des souris puisque, depuis les travaux de Lacassagne, on sait qu'on peut provoquer, chez ces animaux, des tumeurs malignes, au moyen de surcharges œstrogéniques.

Nous avons opéré sur deux races de souris provenant de l'élevage de la Fondation Curie, et que nous devons à M. le Docteur Rudali qui en a la charge. D'abord des animaux de la race R III dont les femelles, même vierges, présentent des cancers spontanés et, ensuite, des animaux de la race C 57 B. L., qui sont réfractaires à cette tumorisation.

Cependant, en 1956, Rudali et ses collaborateurs signalaient une diminution constante dans la fréquence de la cancérisation spontanée chez les femelles de la race R III, ce que vinrent confirmer nos propres observations puisque, sur plus de 100 femelles de cette race, nous n'avons eu que sept cas de cancer spontané, étant tous survenus chez des femelles ayant eu au moins trois portées. Néanmoins, cette race est facilement cancérisable par la combinaison que nous avons utilisée, alors que les souris de l'autre race y ont résisté et ne nous ont montré, sauf une seule fois, que des phénomènes inflammatoires.

Notre élevage fut constitué à partir d'une famille de chacune de ces

races, c'est-à-dire par 1 mâle et 2 femelles de la même portée, et leur reproduction fut conduite selon cette règle. Les animaux furent nourris avec un régime équilibré et, jusqu'à ce jour, nous n'avons constaté aucun signe de rachitisme dans notre élevage.

Les animaux, en majorité des femelles, destinés à ces expériences recevaient, sous la peau dorsale, un comprimé de dihydrofolliculine dosé à 2/10e de milligramme. Quelques-uns, surtout des femelles de la race C 57 B. L., reçurent une dose de 4/10e mais, avec cette dose, il se produisit quelques décès causés par des lésions du tractus uro-génital.

Chez les animaux de la race R III (61 femelles et 17 mâles) qui présentèrent des tumeurs malignes, en majorité des épithéliomes glandulaires dont certains atteignaient le volume d'une noix, l'incidence du régime n'influa pas sur la nature de ces tumeurs. La seule différence notée s'inscrivit dans le laps de temps écoulé entre l'implantation et la sacrification qui fut, en moyenne, de 140 jours, le temps le plus bref ayant été de 80 jours et le plus long (très rare) de 260 jours, alors que pour les animaux soumis au régime acidifié, la moyenne fut de 177 jours, avec un minimum de 103 jours et un maximum de 333 jours. On peut donc penser à un freinage produit par l'acidification du régime, d'autant que, chez les animaux témoins (2 mâles et 5 femelles) qui buvaient de l'eau du robinet, légèrement alcaline, la moyenne fut de 142 jours.

Les tumeurs se développèrent rapidement, allant jusqu'à doubler de volume en une semaine. Certains animaux eurent des tumeurs multiples.

Quant aux souris de la race C 57 (13 mâles et 14 femelles) aucune d'entre elles ne présenta de cancer, sauf une femelle dont la surrénale montrait un cortex anormal, avec présence de cellules d'aspect néoplasique. Il ne s'agissait en général chez ces souris, que de phénomènes inflammatoires allant jusqu'à la formation d'abcès.

Le tractus génital des mâles des deux races était souvent le siège de phénomènes inflammatoires avec lésions des reins, rétention vésicale et atrophie des vésicules séminales, ces deux dernières lésions ayant été signalées par Lacassagne en 1933.

Actuellement, des expériences sont en cours pour tenter, d'une part, de franchir la barrière physiologique opposée par la race réfractaire à la tumorisation et, d'autre part, pour essayer de freiner la cancérisation chez la race favorable.

(1) Avec l'assistance technique de Mlle Barbarin et de M. le Docteur vétérinaire Chauvier.

(2) P. Brocq et P. C. J. Roth, *C. R. Soc. Biol.*, 149, 1955, p. 942.

(3) P. Brocq, J. Verne et P. C. J. Roth, *Ann. d'Endocrinol.*, 17, 1956, p. 100; *Bull. Acad. Nat. Méd.*, n°s 11 et 12, 1957, p. 227.

(4) A. Lacassagne, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 630; *C. R. Soc. Biol.*, 113, 1933, p. 590.
(5) G. Rudali, N. Yourkovski, L. Juliard et M. Fautrel, *Bull. Cancer*, 43, 1956, p. 364.

(*Laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine et laboratoire d'Éthologie des Animaux sauvages du Muséum.*)

ÉCONOMIE RURALE. — *Première enzootie de « pneumonie à virus » du porc constatée en France. Recherches préliminaires sur la souche de virus isolée.* Note (*) de MM. **Pierre Goret, Abel Brion, Michel Fontaine**, Mme **Michel Fontaine** et M. **Charles Pilet**, présentée par M. Clément Bressou.

La « pneumonie à virus » du porc est décelée pour la première fois en France. Le virus isolé s'identifie ou, tout au mois, s'apparente étroitement à celui mis en évidence dans la même infection par les auteurs anglo-saxons et suédois.

La « pneumonie à virus du porc », pneumopathie différente de la grippe, est à l'heure actuelle reconnue dans la plupart des pays (1). Bien que fréquemment suspectée en France — où elle doit être très répandue — elle n'a pu jusqu'ici être formellement caractérisée. Nous venons de la reconnaître et de l'identifier dans une porcherie de la région parisienne. Les caractères étiologiques et cliniques de la maladie : incubation de 15 jours en moyenne, haute contagiosité (morbidité de 100 %), rôle favorisant des facteurs extrinsèques (parasitisme, sevrage, etc.), arrêt de la croissance, toux quinteuse incurable, dyspnée, complications diverses, effets heureux de l'antibiothérapie — et les lésions observées : foyers d'hépatisation de coloration rouge-foncé, prune ou grise d'aspect translucide sur les lobes antérieurs du poumon, infiltrations périalvéolaires et péribronchiques, en nappe ou en nodules, par des cellules mononucléées — révèlent l'identité de l'affection avec celle décrite sous le même nom par les auteurs étrangers.

Des agglutinines froides ont pu être décelées dans le sérum des animaux malades.

Un virus a pu être facilement isolé à partir des lésions pulmonaires. La transmission à des porcelets en parfait état de santé, par pulvérisation intranasale et pharyngienne de suspensions tissulaires virulentes s'est révélée extrêmement aisée. La maladie conférée expérimentalement présente tous les caractères cliniques et nécropsiques de la maladie naturelle, après une incubation de 5 à 12 jours. Les premières recherches sur les propriétés de l'agent infectieux ont permis de faire les constatations suivantes :

1° Le virus persiste dans les lésions sur l'animal vivant plus de 88 jours.

2° Les inoculations sous-cutanées ou péritonéales du virus associées aux pulvérisations nasales entraînent une inflammation séro-fibrineuse

du péritoine de la plèvre, du péricarde et des synoviales articulaires évoluant avec la pneumonie.

3° La filtration sur filtre Seitz E. K. S. des suspensions virulentes raréfie considérablement leur teneur en virus.

4° Le virus est détruit après un contact de 3 h *in vitro* entre les matières virulentes et des solutions d'auréomycine ou de terramycine.

5° Le sérum issu d'animaux malades depuis plus de deux mois ne possède aucune propriété neutralisante vis-à-vis du virus.

6° Le stockage des suspensions virulentes à — 10° C pendant 35 jours diminue assez nettement leur pouvoir pathogène.

7° L'ovoculture, qui échoue lors d'inoculation du virus dans le liquide allantoïdien ou de son dépôt sur la membrane chorio-allantoïdienne, semble être possible lors d'inoculation dans le jaune (transmission de l'infection au porc à partir des œufs inoculés, après trois passages).

L'allure de la maladie et les caractères du virus isolé nous autorisent à penser que la pneumonie à virus du porc, identifiée pour la première fois en France, est sous la dépendance d'un agent très proche de ceux mis en évidence par les auteurs anglo-saxons (Virus Pneumonia of Pigs), et Suédois (souche Sanda) ou identique à l'un de ceux-ci.

(*) Séance du 27 octobre 1958.

(1) CILLI, *Atti. Soc. Vet. Ital.*, 9, 1955, p. 51.

(*Laboratoire de Bactériologie et Laboratoire de Pathologie médicale. École vétérinaire d'Alfort.*)

La séance est levée à 16 h.

L. B.